جامعة أم القـرى
كلية العلوم التطبيقيه والهندسيه
قسم الفيـزيــاء



" دراسه لبعض أساسيات الأطياف الذريه المتصله والأطياف الذريه الخطيه "

Investigation Into Some Fundamentals of Continuous and Line Atomic Spectra.

حلقة بحـث

اعداد

الطالب / وليد جميل أحمد ألطف
قسم / الفيـزيـاء



تحت اشراف

الأستاذ الدكتور : عبد الرحمن فكرى حسن

استاذ الفيزياء النوويه



١٤٠١ - ١٤٠٢ هـ

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على سيد المرسلين ،نبينا محمد وعلى اله وصحبه وسلم .

اما بعد :

فاتوجه بالشكر الجزيل الى كل من :

- سعادة الدكتور راشد الراجح وكيل الجامعه .
- سعادة الدكتور عبد العزيز عقاب عميد كلية العلوم التطبيقيه والهندسيه .
- سعادة الدكتور عبد العزيز قطب رئيس قسم الفيزياء .
- سعادة الدكتور عبد الرحمن فكرى استاذى والمشرف على البحث .

وان الدراسه المطروحه فى هذه الرساله هى نتيجه للتعاون البناء بين سعادتهم جميعا ، وفقنا الله سبحانه وتعالى الى ما فيه خير الاسلام والمسلمين .

كما اقدم الشكر الجزيل الى الأستاذ المهندس محيى رمضان على معاونته الكامله فى اخراج جميع الرسومات الهندسيه بالصوره الحاليه .

وليد جميل أحمد ألطف

بسم الله الرحمن الرحيم

الفهرس

صفحة	
١	موجز عن البحث
٢	الباب الأول : ملخص لبعض الأساسيات النظرية المرتبطة بالحقائق التجريبية الخاصة بالأطياف الذرية .
١٧	الباب الثانى : وصف تركيب وعمل جهاز الامتصاص الذرى بصورة عامة .
٤٠	الباب الثالث: النتائج والمناقشة .

الأشكال :

	رقم الشكل	تفسيره
٧	١	رسم توضيحى للطيف الخطى للايدروجين .
٨	٢	الاحداثيات الكرية القطبية المرتبطة بحركة الالكترون .
٩	٣	الطيف الشريطى والخطى .
١٣	٣ حـ	اشعاع الجسم تام السواد (الطيف المستمر) .
١٤	٤	رسم توضيحى لتصادم بين جزيئين والتصادم المعاكس له .
١٨	٥	رسم توضيحى لجهاز الامتصاص الذرى
٢٠	٦	توضيح لأنبوبة المهبط .
٢٤	٧	رسم توضيحى لفكرة عمل جهاز الامتصاص الذرى .
٢٦	٨	رسم توضيحى لتفاضيل الجزء من جهاز الامتصاص الذرى المستخدم لتحويل المادة الى صورة غازية .
٢٧	٩	غرفة خلط العينة مع وقود الاستيلين .
٣١	١٠	المناطق العامة فى لهب مخلوط الاستيلين .
٣٣	١١	عمل محزوز الحيود العاكس السلمى .
٣٧	١١ حـ	المضاعف الضوئى .
٤٤	١٢	الطيف الخطى لثلاث عناصر تتبع نفس المجموعة ٨ـ ب .
٤٦	١٣	العلاقة بين شدة الاشعاع واتساع الفتحة .
٤٨	١٤	العلاقة بين النفاذية المئوية وشدة تيار انبوبة المهبط .
٤٩	١٥ (أ،ب،حـ)	الاشعاع الطيفى لمصباح كهربى .

صفحة	رقم الشكل	تفسيره
٥٤	١٦	العلاقة بين شدة الاشعاع النافذ خلال المادة وسمك المادة .
٥٤	١٧	الزوايا الهندسية الخاصة بالاشعاع الساقط على سطح ما .
٥٥	١٧أ	الانعكاسية الطيفية لسطح أبيض املس .
٥٦	١٨	الانعكاسية الطيفية لمرآة مستوية .
٥٧	١٩	الانعكاسية الطيفية لسطح أبيض خشن .

موجز عن البحث :

فى هذا البحث نقدم دراسه لبعض الأسس الفيزيائيه الخاصه بظاهرة الأطياف الذريه المتصله والخطيه ،كما يتعرض البحث لبعض النتائج التى تم الحصول عليها باستخدام جهاز الامتصاص الذرى الطيفى (Atomic Absorption Spectrophotometer) لتوضيح مفهوم تلك الأسس على النحو التالى :

أ - دراسة التوزيع الطيفى للاشعاع الذى يشبه اشعاع الجسم التام السواد (Black-Body Radiation) ومقارنته بالمنحنى النظرى تبعا لنظرية بلانك (Planck's Theory).

ب - دراسة الأطياف الخطيه لبعض الذرات أفراد نفس المجموعه فى الجدول الدورى للعناصر ،وتفسير ذلك بالتركيب الذرى .

جـ - دراسة الانعكاسيه الطيفيه (Spectral Reflectance) لكل من :

سطح لامبرت Lambert's Surface - سطح املس - مراة مستويه .

د - دراسة التوزيع الزاوى للانعكاسيه الطيفيه

Angular Distribution of Spectral Reflectance

هـ - دراسة الامتصاصيه الطيفيه (Spectral Absorbance) لعينه من الورق الأبيض .

ولقد روعى ان تكتب هذه الأطروحه باللغة العربيه ،بجانب ان المعالجات الرياضيه جميعا عُبر عنها بالحروف الانجليزيه ،وبذلك تكون هذه الدراسه أول دراسه خاصه بموضوع الامتصاص الذرى يتم عرضها باللغه العربيه بصفه اساسيه .

والله ولي التوفيق

((الباب الأول))

" ملخص لبعض الاساسيات النظريه المرتبطه بالحقائق التجريبيه الخاصه بالاطياف الذريه "

يقصد بالأطياف الذريه الاشعاعات الكهرومغطيسيه التى تتصف باطوال موجيه محدده بداية من الموجات الكهرومغنطيسيه التى تنبعث من محطات الرادار وما شابهها ومنتهية بالموجات الكهرومغنطيسيه المعروفه باسم الاشعاعات السينيه ٠ وهذه الأطياف جميعا تتميز بصفه عامه بانها تنتج عندما تنتقل مجموعه جزيئيه او ذريه من حاله كميه ذات مستوى طاقه معين الى حاله كميه اخرى ذات مستوى طاقه اقل ،وتبعا لظروف المجموعه الجزيئيه أو الذريه التى تشع هذه الأطياف فاننا نجد انها تشمل المجموعه التاليه :

أ- الطيف الخطى : (Line Spectrum)

ب- الطيف الشريطى : (Band Spectrum)

ج - الطيف المستمر (Continuous Spectrum)

وينتج الطيف الخطى من اثارة ذرات الماده وهي فى الحاله الغازيه تحت ضغط مخلخل (Rarefied Pressure) وفى هذه الحاله نتيجة ان التفاعلات الذريه التبادليه بين الذرات وبعضها تكون ضعيفه ،فان اشعاعات كل ذره تكون مستقله عن الأخرى ، لذلك يتكون الطيف على شكل عدد معين من الخطوط الحاده ،وتكون الأطوال الموجيه المقابله للاشعاع الناتج مميزه لذرات الماده ،وسوف نرى فيما بعد الطرق المختلفه لاثارة الذرات للحصول على مثل هذه الأطياف ،ويوضح شكل (١-P)مثال لاحداها وهو طيف غاز الأيدروجين تحت ضغط مخلخل ٠

ويتم تفسير انبعاث هذه الأطياف على اساس المعالجه الكميه للذرات فى حالتها العاديه والمثاره ،فمثلا فى حالة الأيدروجين اذا بدأنا بمعادلة شرودنجر بالصوره التاليه التى تمثل حركة الألكترون الوحيد فى هذه الذره حول النواه :

$$\frac{1}{r^2} \cdot \frac{\partial}{\partial r}\left(r^2 \frac{\partial}{\partial r}\right) + \frac{1}{r^2 \sin\theta} \cdot \frac{\partial}{\partial \theta}\left(\sin\theta \frac{\partial}{\partial \theta}\right) +$$

$$\frac{1}{r^2 \sin^2\theta} \cdot \frac{\partial^2}{\partial \phi^2} \Psi(r, \theta, \phi) + \frac{8\pi^2 \mu}{h^2}\left[E - V_r\right]\Psi(r,\theta,\phi) = 0$$

حيـــث :

$$V_{(r)} = -\frac{Z e^2}{4\pi \epsilon_0 r} \quad \text{......} \quad (1) \qquad Z = 1$$

$e = 1.6 \times 10^{-19}$ Coulomb = شحنة الألكترون

$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$ Farad / m = معامل السماحيه الكهربيه للفراغ

$r =$ الاحداثى الشعاعى (Radial Coordinate) للألكترون بالنسبه لمركز الذره

وبما أن ذرة الأيدروجين فى حالتها العاديه تتميز حركة الألكترون فيها بتماثل كـــرى اذن تصبح دالة الموجه Ψ (Wave Function) :

$$\Psi(r, \theta, \phi) = \Psi(r) \quad \text{......} \quad (2)$$

وباستخدام واحده من الطرق التقليديه لحل المعادلات التفاضليه فان دالة الموجه تاخذ الصوره التاليه :

$$\Psi = C e^{-\alpha r} \quad \text{.....} \quad (3)$$

حيث الثابت α يتم حسابه من المعادله :

$$\alpha = \frac{\pi \mu e^4}{\epsilon_0 h^2} \quad \text{.....} \quad (4)$$

علما بان h ثابت بلانـــك (Planck's Constant)

• μ هي الكتله المختزله للألكترون (electron reduced mass) ويمكن حسابها من العلاقه :

$$\frac{1}{\mu} = \frac{1}{m_{electron}} + \frac{1}{M_{proton}} \quad \text{.....} \quad (5)$$

اما ثابت المعايره C ‏(Normalization Constant) - وهو لا يؤثر فى قيمة الطاقه ‏$\left(E = -\mu e^4 / 8\epsilon_0^2 h^2 \right)$ - فيتم حسابه كالمعتاد من شرط المعايره :

$$\int_{-\infty}^{+\infty} C^2 \Psi^* \Psi \, d\Omega = \int_0^{\infty} C^2 e^{-2\alpha r} \cdot 4\pi r^2 dr = 1 \quad \ldots\ldots (6)$$

والآن عندما تمتص ذرة الأيدروجين فوتون طاقة تقابل الفرق بين مستويين يتميزان بالعدد الكمى الرئيسى n_1 ، n_2 فان هذه الذره تتحول الى ذرة ايدروجين مثاره وطاقة الاثاره ‏(Excitation Energy) فيها عباره عن :

$$\frac{\mu e^4}{8\epsilon_0^2 h^2} \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) = h\nu \quad \ldots\ldots (7)$$

ولو ان هذه العلاقه هي علاقة بوهر الأساسيه الا ان الداله الموجيه للذره فى هذه الحاله يجب ان تاخذ الصوره التاليه :

$$\Psi(r, \theta, \phi) = R(r) \cdot \Theta(\theta) \cdot \Phi(\phi) \quad \ldots\ldots (8)$$

حيث استفدنا من الوضع الفيزيائى بان طاقة الوضع الكولوميه $V(r)$ متمزه بتماثل كرى ولذلك عبرنا عن الداله Ψ بانها حاصل ضرب داله شعاعيه "$R(r)$" وداله مرتبطه بالزاويه θ فقط "$\Theta(\theta)$" وداله مرتبطه بالزاويه ϕ فقط "$\Phi(\phi)$" (شكل ٢) ، وبالتعويض عن الداله الموجيه فى معادلة (١) واتباع الطريقه المالوفه لحل المعادله الناتجه فان الحل العام ياخذ الصوره التاليه :

$$\Psi(r, \theta, \phi) = \Psi_{n,l,m}$$

$$= C_{l}^{m} \rho^{l} e^{-\rho/2} \cdot L_{n+l}^{2l+1}(\rho) \, P_{l}^{|m|}(\cos\theta) \cdot e^{im\phi} \quad \ldots\ldots (9)$$

حيث

$\rho = \dfrac{2r}{n a_H}$, a_H = نصف قطر ذرة بوهر

l = عدد الكم السمتى ‏(azimuthal quantum number)

$= 0, 1, 2, 3, \ldots, n-1$

L = دالة لاجوير متعددة الحدود ‏(Laguerre polynomial)

وهي مرتبطه بالداله القشعاعيه (Radial Function) $R_\ell(\rho)$ عن طريق :

$$L_{n+1}^{2\ell+1}(\rho) = \rho^{-\ell} \cdot \frac{\rho}{e^{2}} \cdot R_\ell(\rho)$$

ويمكن توليدها عن طريق العلا قه :

$$L_{n+1}^{2\ell+1}(\rho) = \left(\frac{d}{d\rho}\right)^{2\ell+1}\left[e^{\rho}\left(\frac{d}{d\rho}\right)^{n+1} \cdot \left(\rho^{n+\ell}\, e^{-\rho}\right)\right]$$

كمـــا ان :

$P_\ell^{|m|}(\cos\theta)$ = دالة ليجندر كثيرة الحدود المرتبطه (Associated Legendre polynomial)

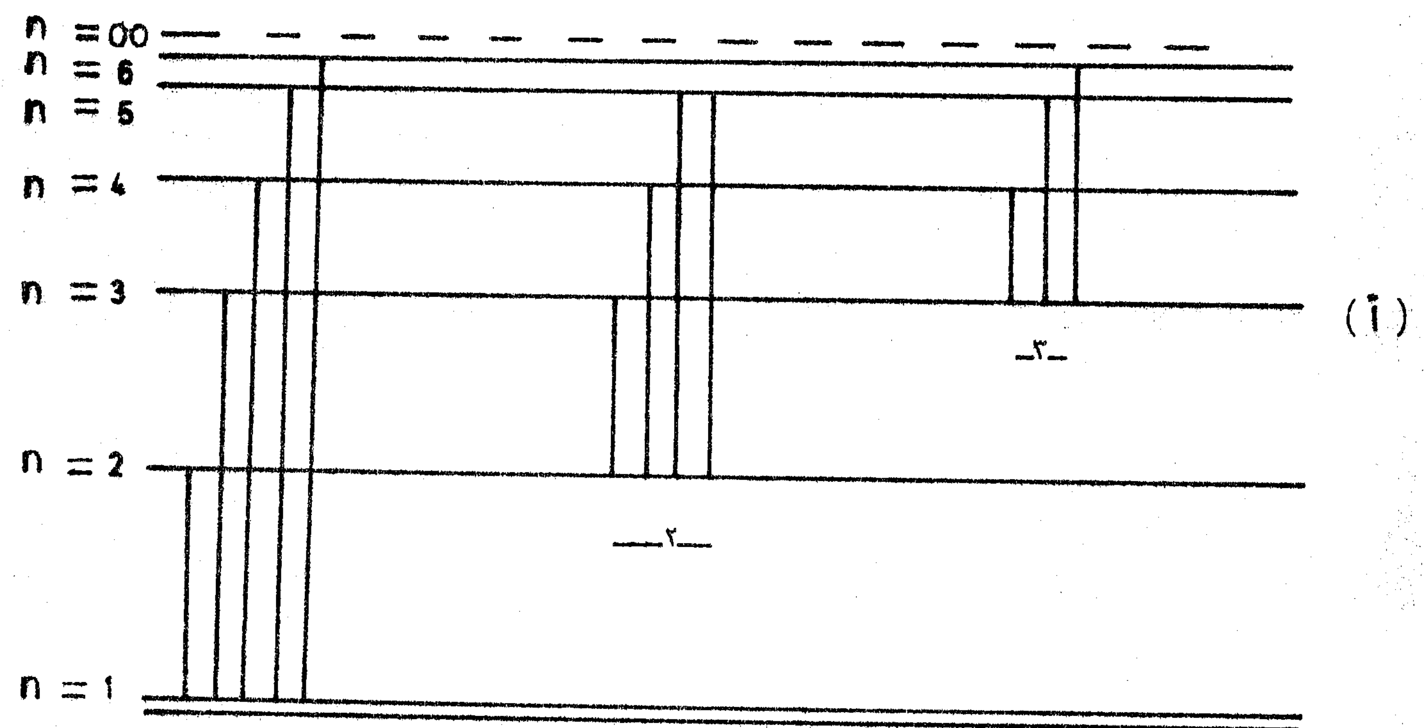
ويمكن توليدها عن طريق العلا قه :

$$P_\ell^{|m|}(\cos\theta) = \frac{(\sin^2\theta)^{\frac{|m|}{2}}}{2^\ell\, \ell\,!} \cdot \left(\frac{d}{d(\cos\theta)}\right)^{\ell+|m|}\left(\cos^2\theta - 1\right)^{\ell} \quad \ldots(10)$$

والجدول التالى يلخص ـ كمثال ـ الدوال الخمسه التى تقابل مستويات الاثـــاره الخمسه الأولى لذرة الأيدروجين (جدول ١) والتى يتم تحديد معدل انتـــاجها باتباع قواعد معينه داخل اطار ما هو معروف بنظرية الا قلا قفى ميكا نيكا الكم (Perturbation Theory) :

جدول (١) : الدوال الخمسه التى تقابل مستويات الاثاره الخمسه الأولى لذرة الأيدروجين •

المستوى	n	l	m	$\psi_{n,l,m}$
2S	2	0	0	$e^{-\frac{\rho}{2}} (1-\rho)$
2P	2	1	-1	$e^{-\frac{\rho}{2}} . \rho . \sin\theta . e^{-i\phi}$
	2	1	0	$e^{-\frac{\rho}{2}} \rho . \cos\theta$
	2	1	+1	$e^{-\frac{\rho}{2}} . \rho . \sin\theta . e^{i\phi}$
3S	3	0	0	$e^{-\frac{\rho}{2}} (\rho^2 - 4\rho + 2)$
3P	3	1	-1	$e^{-\frac{\rho}{2}} (\rho^2 - 2\rho) . \sin\theta \, e^{-i\phi}$
	3	1	0	$e^{-\frac{\rho}{2}} (\rho^2 - 2\rho) . \cos\theta$
	3	1	+1	$e^{-\frac{\rho}{2}} (\rho^2 - 2\rho) . \sin\theta . e^{i\phi}$
3d	3	2	-2	$e^{-\frac{\rho}{2}} \rho^2 . \sin^2\theta . e^{-i2\phi}$
			-1	$e^{-\frac{\rho}{2}} \rho^2 . \sin\theta . \cos\theta . e^{-i\phi}$
			0	$e^{-\frac{\rho}{2}} \rho^2 . (1 - 3\cos^2\theta)$
			+1	$e^{-\frac{\rho}{2}} . \rho^2 . \sin\theta . \cos\theta . e^{i\phi}$
			+2	$e^{-\frac{\rho}{2}} . \rho^2 . \sin^2\theta . e^{i2\phi}$

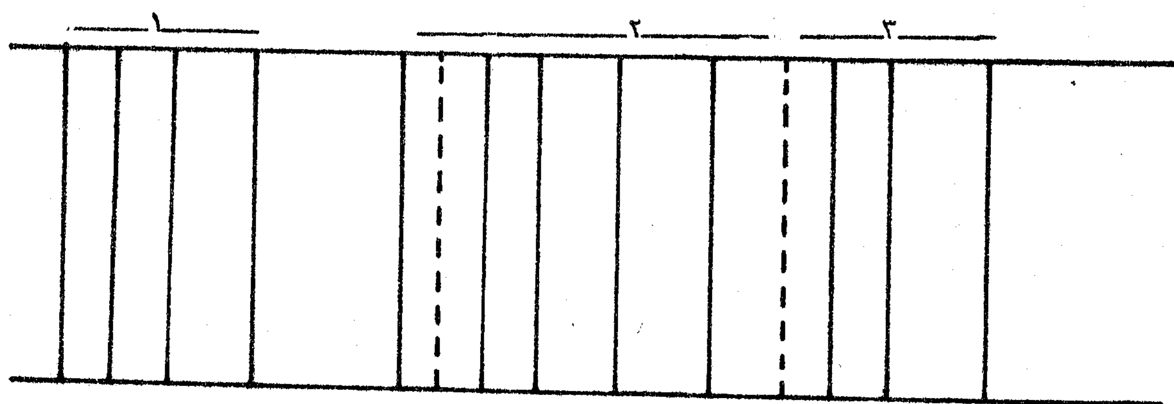


(ش ١ أ)

Lyman Series متسلسلة ليمان

Balmer Series متسلسلة بالمر

Baschen Series متسلسلة باشن



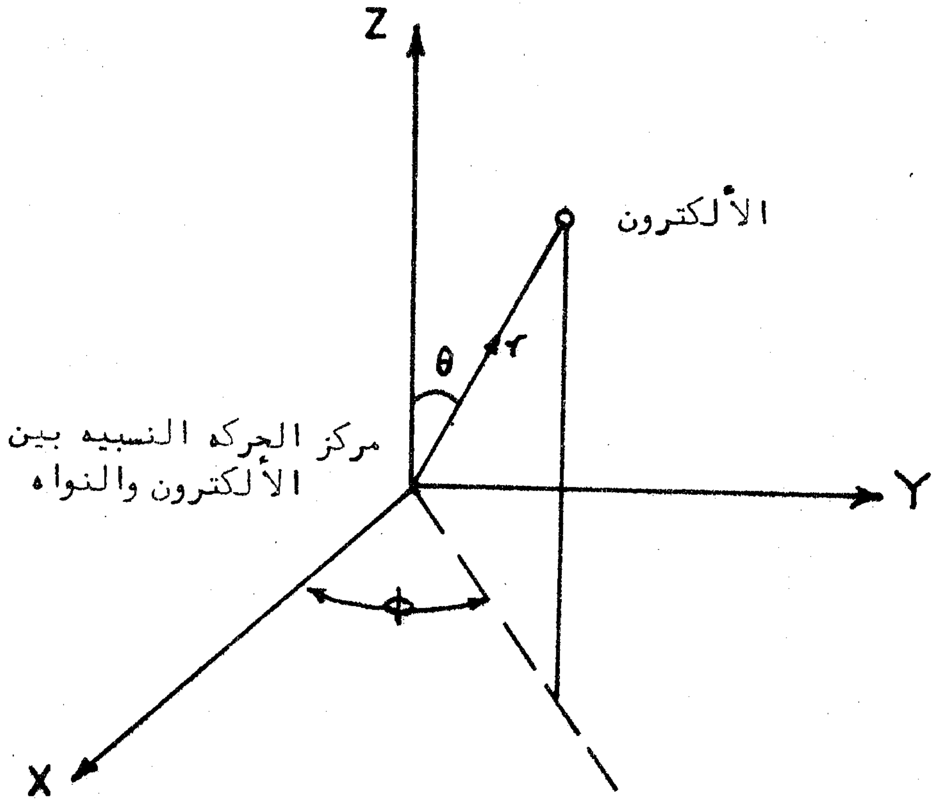
شكل (١ ب)

(أ) مستويات الطاقه المختلفه E_n التى تقابل اعداد الكم الرئيسيه n فى حالة غاز الأيدروجين " تحت ضغط مخلخل "

(ب) خطوط الطيف الحاد للأيدروجين المقابله للجزء (أ) .

شكل (١)

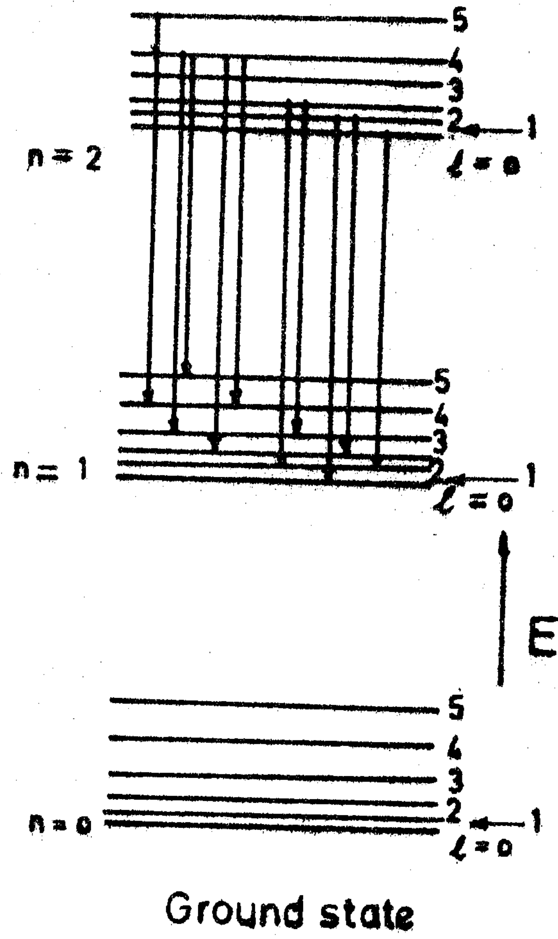
رسم توضيحى للطيف الخطى للأيدروجين ومستويات الطاقه المقابله لكل خط منه .



شكل (٢)

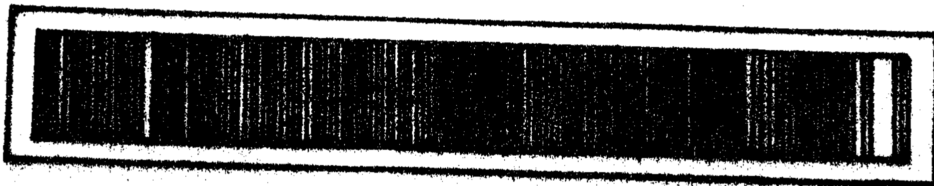
" الاحداثيات الكريه القطبيه المرتبطه بحركة الالكترون فى ذرته الأم "

(أ)



شكل (٣ أ)

(ب)



شكل (٣ ب)

(أ) : رسم توضيحى لمستويات الطاقه والانتقالات بينها لذرة الأيدروجين المثاره ٠

(ب) : نموذج لطيف شريطى ٠

شكل (٣)

الطيف الشريطى

ويوضح شكل (١) الطيف الخطي للأيدروجين كما يوضح مستويات الطاقه المقابلـه ، وجميع تلك الحقائق التجريبيه تم فهمها على اساس معادله (7) التى سبق تفصيلها. اما شكل (٣) فيوضح الطيف الشريطى والذى ينتج من المشاركه الشامله لحـركـة الجزيئات والذرات سواء حركه دورانيه او اهتزازيه داخل الجزئ نفسه .

وهنا ننتقل الى الطيف المستمر ، وافضل الأمثله لتوضيحه هو الطيف المنبعث من الجسم التام السواد ، وكما هو معروف فان نظرية الكم بدأ مؤسسها (العـالم بلانك) الخطوه الأولى تجاهها (قبل بلورتها بالصوره التى رايناها فى معالجة شـرودنجر لذرة الأيدروجين عام ١٩٢٥ م) بان فسر تفسيرا علميا دقيقا ظاهـرة اشعاع الجسم تام السواد .

وفيما يلى ملخص مبسط لمعالجة بلانك لهذه الظاهره (١٩٠١ م) :

قانون بلانـك للتوزيع الطيفى لاشعاع الجسم تام السواد :

اذا اعتبرنا كمثال ان الجسم تام السواد تجويف حرارى درجة حرارته متزنه عند القيمه T درجه مطلقه ، فان داخل هذا التجويف هناك اهتزازات كهرومغنطيسيه تمثل بمتذبذبات توافقيه خطيه عددها n_m يعتمد على قيمة الطاقه الخاصه بها ، فاذا حددنا تلك القيمه بوحدة u بحيث انها تساوى mu فان هذا الـعـدد N_m نتوقع ان يعطى تبعا لقانون بولتزمان الاحصائى كما يلى :

Boltzman Statistical Law:

$$n_m = n_0 \exp\left(-\frac{mu}{kT}\right) \quad \ldots\ldots (11)$$

حيـــث k ثابت بولـتزمان .

وبذلك تكون الطاقه التى شارك بها هذا العدد من المتذبذبات هـي :

$$mu \cdot n_m = mu \cdot n_0\, e^{-\frac{mu}{kT}} \quad \ldots\ldots (12)$$

اذن متوسط الطاقه $\bar{\varepsilon}$ للمتذبذب هــو :

$$\bar{\varepsilon} = \frac{\sum_{m=0}^{m=\infty} mu\, n_0\, e^{-\frac{mu}{kT}}}{\sum_{m=0}^{m=\infty} n_0\, e^{-\frac{mu}{kT}}}$$

وحيث ان m عدد صحيح اذن :

$$\bar{\mathcal{E}} = \frac{0 + u \cdot e^{-\frac{u}{kT}} + 2u \cdot e^{-\frac{2u}{kT}} + 3u \cdot e^{-\frac{3u}{kT}} + \cdots}{1 + e^{-\frac{u}{kT}} + e^{-\frac{2u}{kT}} + e^{-\frac{3u}{kT}} + \cdots}$$

وبوضع $x = e^{-\frac{u}{kT}}$ تصبح $\bar{\mathcal{E}}$ ابسط فى التعبير كما يلـــى :

$$\bar{\mathcal{E}} = u x \cdot \frac{1 + 2x + 3x^2 + \cdots}{1 + x + x^2 + \cdots}$$

ونلاحظ ان $x < 1$ ولذلك نستطيع كتابة البسط والمقام فى هذه المعادله كما يلى:

$$(1 + 2x + 3x^2 + \cdots) = (1 - x)^{-2} = \frac{1}{(1-x)^2}$$

$$،(1 + x + x^2 + \cdots) = (1 - x)^{-1} = \frac{1}{1-x}$$

$$\bar{\mathcal{E}} = u x \cdot \frac{1}{1-x} = \frac{u e^{-\frac{u}{kT}}}{1 - e^{-\frac{u}{kT}}} = \frac{u}{e^{\frac{u}{kT}} - 1}$$

وحيث ان عدد المتذبذبات فى وحدة الحجوم داخل التجويف الاشعاعي من المبـــادئ الأساسيه للحركه الموجيه معروف بأنه :

$$dn_\lambda = 8\pi \frac{d\lambda}{\lambda^4}$$

اذن بضرب هذه الكميه فى $\bar{\mathcal{E}}$ نحصل على كثافة الطاقه $\mathcal{E}_\lambda \, d\lambda$ فى مدى الطول الموجى λ ، $\lambda + d\lambda$:

$$\mathcal{E}_\lambda d\lambda = \frac{8\pi}{\lambda^4} \frac{u}{e^{u/kT} - 1} d\lambda$$

وبوضع $h\nu = u$ كما اوضح بلانك :

$$\mathcal{E}_\lambda d\lambda = \frac{8\pi \, ch \lambda^{-5}}{e^{ch/\lambda kT} - 1} \quad \cdots\cdots (13)$$

ولقد تقدمت حديثا بعض الأبحاث الفيزيائيه النظريه بالقاء الشك على تلك المعادله من جديد فى اطار ما اطلق عليه اسم " نيوميكانيكا " "Neo - Mechanics" لذلك رؤى ان يعاد فحص التوزيع الطيفى لشعاع الجسم التام السواد من جديد • (انظر شكل ٣ جـ) • وفى الباب الثالث سوف نعود لمناقشة تلك النتائج •

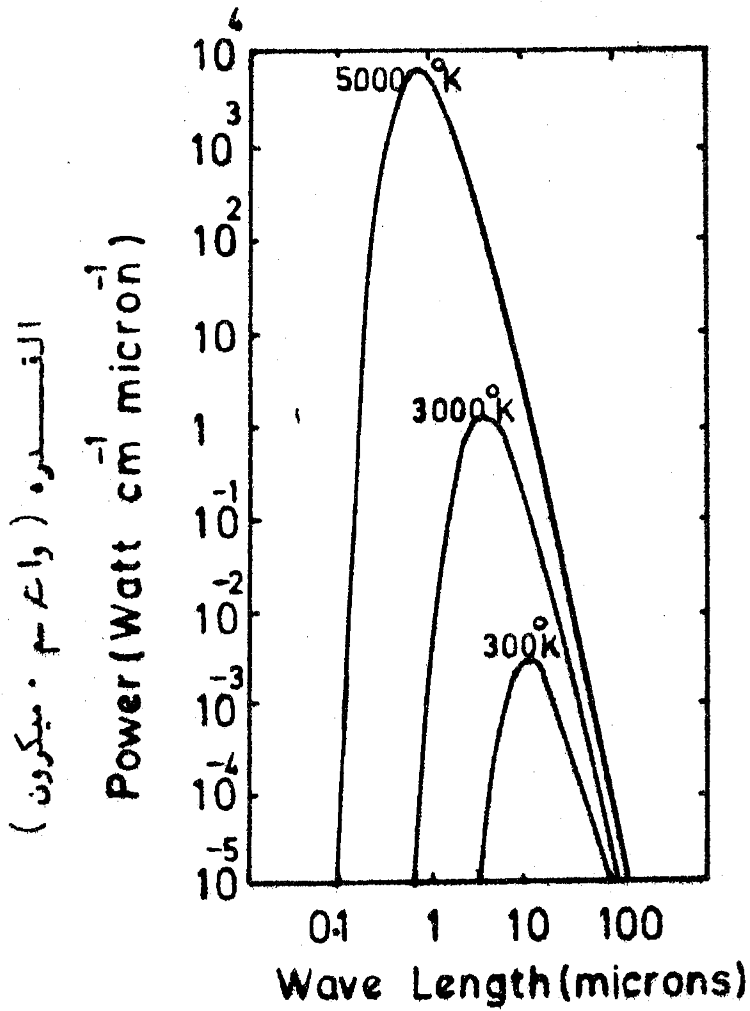
والآن لننتقل الى مناقشة الاحتمال الاحصائى لانتقال ذره من حاله كميه تقابل مستوى الطاقه E_0 الى حاله كميه اخرى تقابل مستوى الطاقه E_1 • وكنقطة بدايه فى هذه المناقشه نستعرض كيفية الوصول الى قانون التوزيع الاحصائى لماكسويل وبولتزمان الذى سبق الاشاره اليه فى معادله (11) •ومناقشة مثل هذا القانون الهام فى شتى فروع الفيزياء يكون فى ابسط صوره اذا ما اعتبرنا كمية معينه من غاز فى حالة اتزان حرارى تتميز جزيئاته بكتله M لكل ، ودرجة حرارته T درجه مطلقه وتتحرك فى الحيز المحدده حركتها داخله بسرعات متفاوته ولنرمز لأى منها بالرمز v_i بمعنى ان طاقة حركة اى جزئ تكون $\frac{1}{2} M v_i^2$ • ولكن حيث انه لا يمكن من البدايه التفريق بين اى جزئ من الغاز وجزئ آخر من نفس النوع فانه من المستحيل تحديد هذه الطاقه لجزئ منفرد • مع ذلك فانه بالامكان ايجاد توزيع الطاقات المفرده بين الجزيئات وبعضها • بمعنى اننا نستطيع ايجاد – على اساس احصائي – العدد النسبى للجزيئات التى تتميز طاقتها بالقيمه $\frac{1}{2} M v_i^2$ • ويلاحظ ان تغير هذا العدد هو ما يعطينا التوزيع الاحصائى للطاقات الجزيئيه .

ويفترض اساسا فى هذا الموقف ان كل الجزيئات المنفرده مستقله تماما عن بعضها البعض الا فى لحظة التصادم فيحدث تفاعل متبادل بينهما ، لذلك فان اى جزئ فى اى وقت اختيارى يمكن ان يكون له اى مقدار من الطاقه • ويوضح شكل (٤) تصادما ما بين جزيئين وتغير سرعتيهما من (v_1 ، v_2) الى (v_3 ، v_4) والتصادم العكسي له •

وحيث ان الافتراض هو ان تلك التصادمات مرنه ، اذن قانون حفظ الطاقه يؤدى بنا الى :

$$\frac{1}{2} M v_1^2 + \frac{1}{2} M v_2^2 = \frac{1}{2} M v_3^2 + \frac{1}{2} M v_4^2$$

$$\therefore \quad v_1^2 + v_2^2 = v_3^2 + v_4^2 \quad \ldots\ldots (14)$$



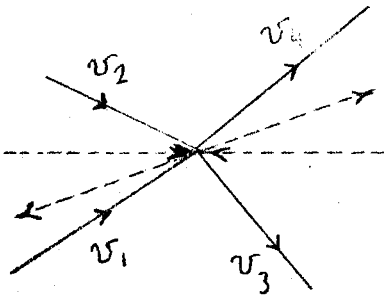
(٢/٣) اشعاع الجسم الأســـود لثلاث

درجات حراره مختلفه موضحة تغير

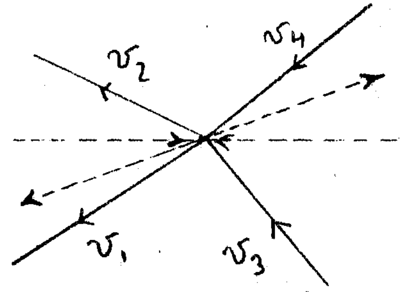
معدل الاشعاع الكلى مع درجـــة

الحراره بما يتفق مع قـــانـــون

ستيـــــفان ·



التصادم



التصادم المعاكس

شكل (٤)

رسم توضيحي لتصادم بين جزيئين والتصادم المعاكس لـــه ٠

واذا رمزنا لعدد الجزيئات التى لها سرعات بين v ، $v+dv$ بالرمز $n(v)$ فان احتمال حدوث التصادم المعبر عنه بمعادله (14) خلال فتره زمنيه معينه يكون مناسبا مع كل من $n(v_1)$ ، $n(v_2)$. اذن معدل هذا التصادم $(Rate)_{v_1 v_2}$ يكون مساويا لما يلى :

$$(Rate)_{v_1 v_2} = C \cdot n(v_1) \cdot n(v_2) \quad \ldots\ldots (15)$$

حيث C معامل التناسب .

بعد ذلك اذا ما اعتبرنا التصادم العكسى ، اى الذى فيه يحدث تصادم بين جزيئين سرعتيهما v_3 ، v_4 لينتج عنه ان يتحركا بسرعتين v_1 ، v_2 بعد التصادم فانه يعطى بالعلاقه المشابهه لمعادله (15) :

$$(Rate)_{v_3 v_4} = \grave{C} \cdot n(v_3) \cdot n(v_4) \quad \ldots\ldots (16)$$

وكون ان الغاز مفترض انه فى حالة اتزان حرارى يعنى بالتالى ان هذين المعدلين متساويان — حيث انه لا يوجد اى سبب فيزيائى لذلك اذ ان اى مشاهد مستقر بالنسبه لمركز نظام الكتله (حيث كمية التحرك الخطى الكليه تساوى صفرا قبل وبعد التصادم) لا يستطيع التفريق بين التصادمين لتماثلهما تماما بالنسبه له — اذن :

$$n(v_1) \cdot n(v_2) = n(v_3) \cdot n(v_4)$$

وباخذ لوغاريتم كل جانب من جانبي هذه المعادله نحصل على :

$$\ln n(v_1) + \ln n(v_2) = \ln n(v_3) + \ln n(v_4) \ldots (17)$$

وحل هذه المعادله (17) مع المعادله (15) يعنى ان :

$$\ln n(v) \propto v^2$$

$$\therefore \quad n(v) \propto e^{v^2}$$

ولكن بالنسبه لأى قيمه محدده من طاقة الحركه فاننا نتوقع ان العدد $n(v)$ ينقصه مع زيادة v^2 وهذا يعنى ان :

$$n(v) \propto e^{-v^2}$$

$$\therefore \quad n(v) = C_1 \cdot e^{-C_2 \cdot v^2} \quad \text{.....} \quad (18)$$

حيث ان الثابتين C_1 ، C_2 يمكن تحديدهما بمعلومية طاقة الحركه الكليه والعدد الكلى N للجزيئات ٠

من هذه المعادله نستطيع حساب العدد $n(v)\,dv$ للجزيئات التى سرعاتها لها المدى v ، $v + dv$ (بصرف النظر عن اتجاهاتها الفعليه) كما يلـــى :

$$n(v)\,dv = n(v) \cdot 4\pi v^2\,dv$$

$$\therefore N = \int_0^\infty n(v)\,dv$$

$$، \; E = \frac{3}{2} NkT = \int_0^\infty \frac{1}{2} M v^2 \cdot n(v)\,dv \quad \text{.....} \quad (19)$$

وباستخدام التكاملات المعياريه التاليه :

$$\int_0^\infty y^2 e^{-ay^2} dy = \frac{1}{4a}\sqrt{\frac{\pi}{a}}$$

$$، \int_0^\infty y^4 e^{-ay^2} dy = \frac{3}{8a^2}\sqrt{\frac{\pi}{a}}$$

نحصل علـــــى

$$n(v) = n(v) \cdot 4\pi v^2$$

$$\therefore n(v) = 4\pi v^2 N \left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{3/2} e^{-\frac{mv^2}{2kT}} \quad \text{.....} \quad (20)$$

وهذه النتيجه العامه هي المعروفه بقانون بولتـــز مان ـ ماكسويل ، وسوف نستخدمها فى الباب الثانى لتفسير اطياف الاشعاع والامتصاص على السـواء ٠

الباب الثـــانى

وصف تركيب وعمل جهاز الامتصاص الذرى بصورة عامـــه .

كما ذكرنا فى المقدمه فقد استخدم فى هذا البحث جهاز الامتصاص الذرى وكان من طراز " Rank - Hilger Type HP - 1550 " ويمكن القول ان مثل هذه الأجهـزه فى العاده تتركب من اربعة اجزاء رئيسيه كما يتضح من الرسم (شكل ٥) وهذه هي :

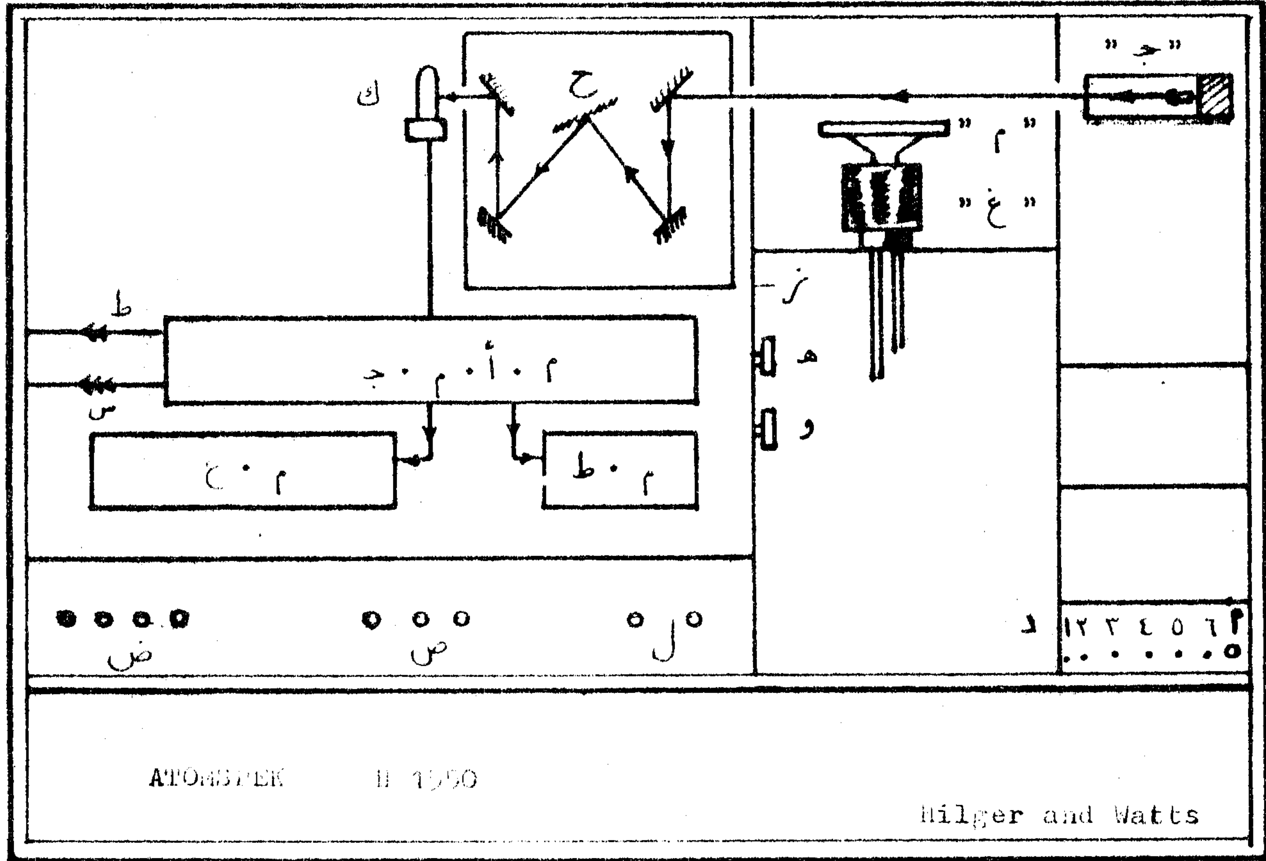
- مجموعة منبع الاشعاع : Radiation Source System
- المجموعه التى تقوم بتحويل العينه المراد تحليلها الى الصوره الذريه : Flame System.
- المجموعه المنتجه للأطياف احادية اللون : Monochromator System
- مجموعة الكاشف الاشعاعى وبقية الأجهزه الألكترونيه المتكامله معه : Radiation Detector and Electronic Accessories.

وفيما يلى بعض التفاصيل عن كل جزء على حده :

أ- مجموعة منبع الاشعاع :

هذه المجموعه تتكون اساسا مـــن :

- وحدة تغذيه لتشغيل انابيب المهبط المجوف (تيار مستمر بفرق جهد ٣٥٠ فولت) .
- وحدة تغذيه لتشغيل انبوبة الأيدروجين (تيار مستمر بفرق جهد ٤٥٠ فولت) .
- منبع الاشعاع : وهو فى صورة منبع اطياف مستمره مكوّن من انبوبة ايدروجين وسبق تفصيلها فى الباب الأول ، بجانب منبع طيف احادى اللون وهو انبوبة المهبط المجوف وسبب استخدام هذا النوع كمنبع اشعاع ، هو ان خطوط الطيف فى اى من اجهزة الامتصاص الذرى تتميز بانها ضيقه للغايه - حوالى ٠،٠١ من الأنجستروم اى حوالى $١٠^{-١٣}$ متر - لذلك يصعب قياس مدى الامتصاص فى خلفية منبع الاشعاع الذى يتصف طيفه بانه مستمر لذلك من الضرورى استخدام منبع اشعاع احادى اللون ، وهو هنا كما ذكرنا انبوبـة المهبط



شـكل (٥)

جهاز الامتصاص الذرى (هيلجر ـ واتس أتوم إسبيك H 1550)

أ ـ مفتاح تشغيل وحدات التغذيه •

ب ـ مفتاح انتقاء انبوبة المهبط المجوف •

جـ ـ انبوبة المهبط المجوف •

د ـ لمبات اشارة تشغيل اللمبه •

هـ ـ مفتاح ضبط اتساع فتحة دخول الاشعاع •

و ـ مفتاح انتقاء الداول الموجى •

ز ـ مفتاح اختيار صورة تشغيل الجهاز (امتصاص أو نفاذ) •

م ـ موقد الأسيتيلين •

غ ـ غرفة خلط العينه مع الوقود •

ح ـ محزوز الحيود السلمى العاكس •

ك ـ كاشف الاشماع •

(م • أ • م • جـ) مضاعف ضوئى وملحقاته الالكترونيه

م • ط = مقياس الطاقـــه •

م • ع = مقياس عشرى الكترونى •

ل ـ انتقاء معدل تكامل القياسات •

ص ـ ضبط صفر قراءة الامتصاص •

ض ـ مفاتيح انتقاء عمل الدوائر الالكترونيـه تبعا لضبط المفتاح ز •

المجوف . Hollow - Cathode Tube ويوضح (شكل ٦) احداها حيث نلاحظ ان المهبط مصنع على شكل فنجان اسطوانى صغير (طوله حوالى ١٠ ملليمتر) من نفس الفلز المراد الكشف عنه . فمثلا اذا كنا نريد تحليل ماده (كالاسمنت مثلا) لايجاد ما تحتويه من فلز الحديد ، فاننا نستخدم انبوبة مهبط مجوف يكون المهبط فيها مصنوع من الحديد . وهكذا . اما الماده المصنوع منها المصعد فى انبوبة المهبط المجوف فهي ليست حرجه من حيث تشغيل الأنبوبه . وتُملأ الأنبوبه بغاز خامل مثل النيون أو الأرجون ، ضغطه عدة ملليمترات زئبق . وعادة تكون نافذة الأنبوبه التى سوف يخترقها الاشعاع المنبعث من المهبط مسطحه ومصنوعه من الكوارتز حتى لايحدث امتصاص للاشعاع فى مدى الأشعه فوق البنفسجيه .

ويتميز الطراز المستخدم فى البحث الحالى بانه يمكن تثبيت عدد سته من انابيب المهبط المجوف فى آن واحد واستخدام اى منها تبعا لظروف الدراسه المطلوبه للعينات المراد تحليلها .

ويتم ضبط انبوبة المهبط المجوف المستخدمه تبعا للخطوات التاليه :

١ ـ يتم التاكد اولا من ان مفاتيح التحكم فى تيار كل انبوبه قد أديرت تماما فى اتجاه عكس عقارب الساعه لتشير للعلامه " O " .

٢ ـ يضغط على مفتاح تشغيل منبع الوحدات المغذيه للجهاز (أ فى شكل ٥) .

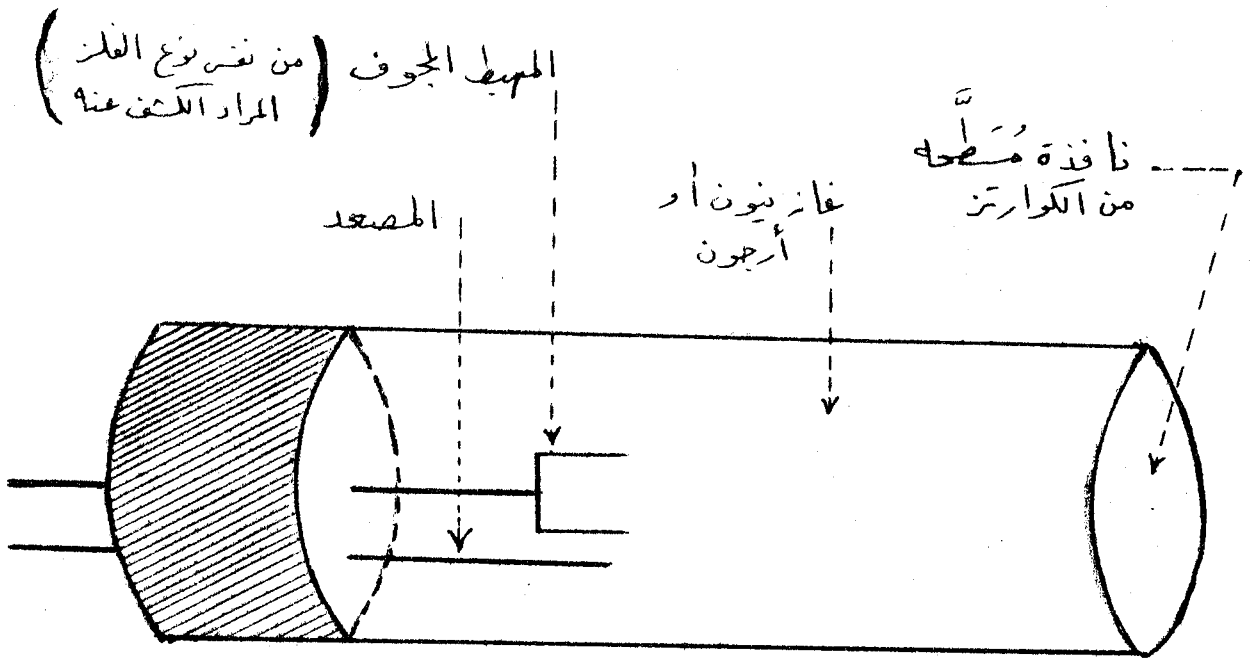
٣ ـ بما ان الجهاز مهيأ لتشغيله فى صورة دراسة الامتصاص الذرى او الانبعاث الذرى . يضبط مفتاح (الانبعاث / الامتصاص) ناحية الامتصاص .

٤ ـ يضغط على مفتاح الامتصاص . (انظر شكل ٥) .

٥ ـ يدار مفتاح تحريك الأسطوانه المثبت عليها انابيب المهبط المجوف لكي نجعل الأنبوبه المراد استخدامها فى مكان التشغيل . فمثلا اذا كانت تلك الأنبوبه موضوعه فى المكان المخصص للأنبوبه رقم (١) يضبط هذا المفتاح على رقم (١) وهكذا .

٦ ـ اقرأ ما هو مكتوب على قاعدة انبوبة المهبط هذه بخصوص قيمة أقصى تيار كهربى يمكن امراره فيها ، ثم اضبط مفتاح التحكم فى هذا التيار عند قيمه متوسطه بين $\frac{١}{٢}$ ، $\frac{٣}{٤}$ القيمه القصوى .

٧ ـ ادر مفتاح ضبط قيمة الطول الموجى عند القيمه المفروضه للأنبوبه .



شكل (٦)

شكل توضيحى لانبوبة المهبط المجوف

٨ ـ ادر مفتاح ضبط قيمة اتساع الفتحه حتى يُقرأ العدد الموضح لقيمتها بالميكرون ٠
٩ ـ ادر مسمار تثبيت حامل انبوبة المهبط المجوف بحيث يمكن ادارته حول هذا المسمار الى ان تلاحظ بعض الانحراف فى موشر مقياس الطاقه ، واذا لم يحدث اى انحراف اضبط بحرص مفتاح ضبط قيمة الطول الموجى حول القيمه المفروضه ، واذا دعت الضروره أدر مفتاح " ضبط صفر الامتصاص " فى اتجاه عقارب الساعه الى ان تلاحظ انحراف ما ثم اتمم عملية الضبط بان تحرك مفتاح ضبط قيمة الطول الموجى حتى تحصل على اقصى انحراف ،وكذلك بان تحرك حامل الأنبوبه فى الاتجاه الذى يساعد على ذلك ٠ واذا ما حدث ان زاد انحراف المؤشر عن المقياس ، قلّل من دورات مفتاح " ضبط صفر الامتصاص " حتى يعود المؤشر الى منتصف المقياس ، وعند الانتهاء من ضبط اتجاه حامل الأنبوبه ثبته بالمسمار الخاص به ٠

تفسير عملية انبعاث الاشعاع أحادى اللون من انبوبة المهبط المجوف :

عندما يسمح لوجود فرق جهد كهربى مناسب (حوالى ٣٥٠ فولت ـ تيار مستمر ـ) بين قطبى انبوبة المهبط المجوف فان الغاز الخامل الموجود فيها (مثل النيون او الأرجون) تحت الضغط المخلخل يحدث له تفريغ كهربى كالمعتاد ، وفيها يشاهد المهبط المجوف وهو مملوء بتوهج " سالب " ، وتتكون ايونات موجبه بواسطة عملية تأين لذرات هذا الغاز " الخامل " نتيجة تصادم الأكترونات بها ، فيتم تعجيل تلك الأيونات بمجرد تكونها بواسطة فرق الجهد العالى فتنطلق متجهه ناحية المهبط ، وعندما تصطدم بمعدنه فان ذرات هذا المعدن بعضها يتطاير من داخل تجويف المهبط الى منطقة التفريغ الكهربى وهناك يحدث لها اثاره (عن طريق اصطدامها بايونات الغاز الخامل وبعض الالكترونات التى انخفضت طاقة حركتها نتيجه لتصادمات سابقه) حتى اصبحت مناسبه لانتاج الأطياف المميزه لهذا المعدن ، فتخترق الوجه المسطح للأنبوبه ، ومنه الى جهاز التحليل الطيفى ٠
ويلاحظ ان انابيب المهبط المجوف تتميز بان لها متوسط عمر (حوالى ثلاث سنوات) نتيجة انه بمرور الوقت يُفقد الغاز شيئا فشيئا نتيجة امتصاصه على السطوح الداخليه

للأنبوبه ، عندئذ تفشل الأنبوبه فى التشغيل ويجب استبدالها .

ويلخص (جدول ٢) عددا من العناصر التى تستخدم عادة فى صناعة تلك الأنابيب وقيم الأطوال الموجيه المميزه لها ، وفى العاده يكون التمييز بين الفلزات المختلفه يسيرا باستخدام انابيب المهبط المجوف عن استخدام الأطياف المنبعثه من انابيب التفريغ العادى (انبوبة غاز الزينون مثلا) ويتضح ذلك جليا فى (شكل ٧) حيث يتضح الفرق بين شكل الخط الطيفى فى الحالتين .

ب ـ الجهاز الذي يقوم بتحويء العينه المراد تحليلها الى الصوره الذريه :

فكرة عمل جهاز الامتصاص الذرى مبنيه اساسا على الاشعاع الخطي المنبعث من انبوبة المهبط المجوف بعد ان يخترق منطقه مشبعه بذرات الفلز المراد تعيين نسبة تواجده فى عينه من مادة ما ، فتقوم تلك الذرات بامتصاص الاشعاع الخطى المنبعث من نفس نوعيتها بما ان مهبط الأنبوبه مصنوع من نفس هذا الفلز . ولكى يحدث رنين (اى استجابه عظمى) لعملية الامتصاص هذه يجب ان تكون ذرات الفلز موجوده فى صوره غازيه حتى تصبح جميع الذرات مستقله عن بعضها تماما ، ولكي يتحقق هذا تتبع الخطوات التاليه :

اولا : تذاب العينه المراد تحليلها فى ماء مقطر تم تخليصه مسبقا من اى ايونات قد تكون متواجده فيه ، وهذا هام جدا فى هذا الموقف لتحاشى اى تداخل من قبل تلك الايونات فى عملية امتصاص الاشعاع بواسطة الذرات المراد الكشف عنها اصلا وتحديدها فى العينه .

ثانيا : يتم تحضير محلول معيارى يحتوى على نسبه محدده بدقه من الفلز المراد الكشف عنه ، ومن هذا المحلول المعيارى يتم تحضير عدة محاليل مخففه معياريه وتستخدم هذه المحاليل فيما بعد للحصول على منحنى يربط بين تركيز الفلز فى المحلول ومقدار الامتصاص الطيفى له ، ومن هذا المنحنى يتم تعيين نسبة الفلز

(جدول ٢) : الأطوال الموجيه الرنينيه لبعض العناصر الشائع تحليلها بواسطة جهاز الامتصاص الذرى •

ELEMENT	MOST SENSITIVE WAVELENGTH (nm)	MAXIMUM SLIT WIDTH (microns)	LAMP CURRENT (mA)	FUEL		SUBSIDIARY OXIDANT		BURNER	BURNER HEIGHT BELOW AXIS (mm)	RANGE (µg/ml)	ELEMENT
				GAS	FLOW RATE (cm)	GAS	FLOW RATE (cm)				
Al	309.3	100	10	C_2H_2	7.4	N_2O	Set flow rate between 0cm and 1.5cm until optimum flame is obtained	H1563	14	10 - 200	Al
Sb	217.6	100	7	"	3.2	AIR		H1564	4	3 - 60	Sb
As	193.7	200	8	H_2	4.2	Ar		H1565	2.5	2 - 30	As
**Ba	553.6	100	8	C_2H_2	7.2	N_2O		H1563	14	4 - 80	**Ba
Bi	223.1	50	10	"	2.5	AIR		H1564	4	3 - 60	Bi
B	249.8	25	8	"	8.1	N_2O		H1563	14	over 400	B
Cd	228.8	235	4	"	1.5	AIR		H1564	3	0.2 - 4.0	Cd
Ca	422.7	200	6	"	7.4	N_2O		H1564	12	0.3 - 6.0	Ca
Cr	357.9	15	10	"	3.9	AIR		H1564	4	0.5 - 10	Cr
Co	240.7	60	10	"	1.8	AIR		H1564	3	0.5 - 10	Co
Cu	324.8	60	4	"	1.5	AIR		H1564	4	0.5 - 10	Cu
Au	242.8	100	6	"	1.5	AIR		H1564	2	2 - 30	Au
Fe	248.3	60	10	"	3.0	AIR		H1564	3	0.5 - 10	Fe
Pb	217.0	235	6	"	3.0	AIR		H1564	4	1 - 20	Pb
Li	670.8	60	5	"	2.2	AIR		H1564	2	0.2 - 4.0	Li
Mg	285.2	50	4	"	2.4	AIR		H1564	4	0.05 - 1	Mg
Mn	279.5	50	10	"	3.0	AIR		H1564	4	0.3 - 10	Mn
**Mo	313.3	200	10	"	8.0	N_2O		H1563	13	4 - 100	**Mo
Ni	232.0	40	10	"	2.4	AIR		H1564	2.5	0.5 - 10	Ni
Pt	265.9	40	10	"	2.7	AIR		H1564	5	15 - 300	Pt
K	766.5	200	4	"	2.0	AIR		H1564	2	0.2 - 4	K
Se	196.0	235	10	"	3.4	AIR		H1564	4	4 - 60	Se
Si	251.6	30	12	"	7.7	N_2O		H1563	14	15 - 300	Si
Ag	328.1	200	4	"	2.5	AIR		H1564	5	0.5 - 10	Ag
Na	589.0	100	6	"	3.1	AIR		H1564	5	0.02 - 0.5	Na
Sr	460.7	100	6	"	2.5	AIR		H1564	2	1 - 20	Sr
Ta	271.4	60	20	"	9.0	N_2O		H1563	12	100 - 2000	Ta
**Sn	224.6	235	5	"	7.7	N_2O		H1563	9	10 - 200	**Sn
Ti	364.3	120	10	"	8.0	N_2O		H1563	18	15 - 350	Ti
W	255.1	50	8	"	8.4	N_2O		H1563	14	100 - 2000	W
V	318.4	60	10	"	7.7	N_2O		H1563	14	15 - 300	V
Zn	213.9	235	4	"	2.5	AIR		H1564	4	0.1 - 2	Zn

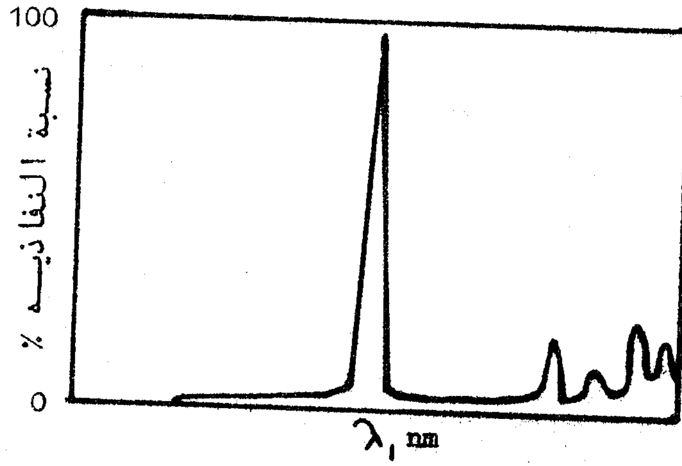
Fuel flow rates obtained with a gas pressure of 34.5kN/m^2 (5 lbf/in^2).

Oxidant flow rates obtained with a gas pressure of 207kN/m^2 (30 lbf/in^2). Primary flow rate should be approx. 6.2cm for N_2O and approx. 6.9cm for Air or Argon. Subsidiary flow rate should approximate to zero, except for Tantalum which should be 3.8cm, for optimum flame condition.

** These elements may be measured with an Air/Acetylene flame, but the Nitrous Oxide/Acetylene flame is preferred.

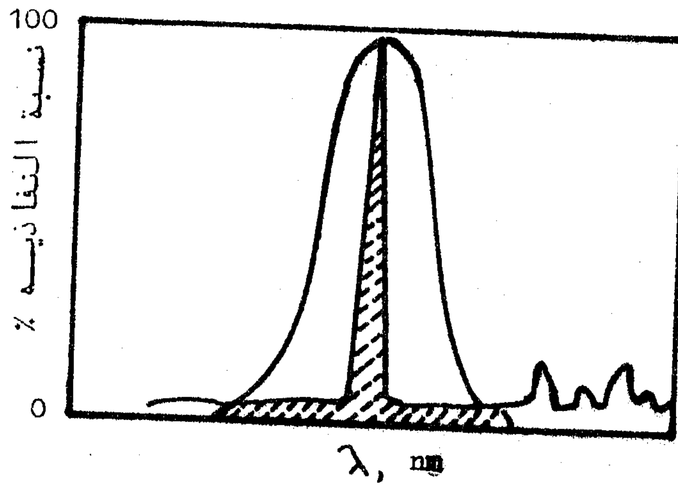
THE INFORMATION IN THIS TABLE IS GIVEN ONLY AS A GUIDE

BW2093 | TABLE C1. ATOMSPEK DATA TABLE | October 1976



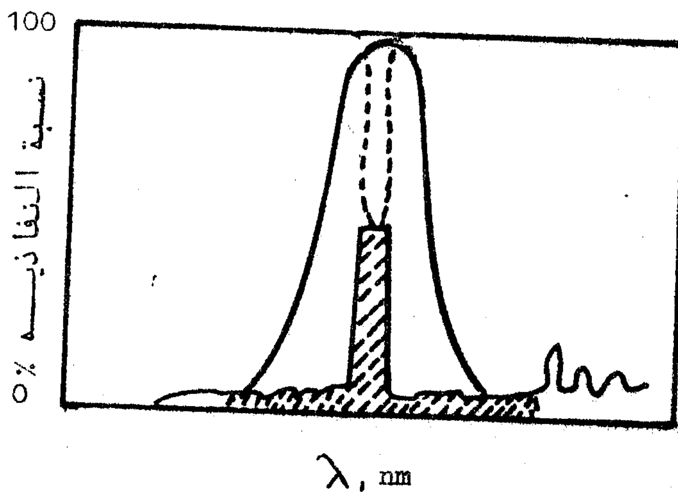
الطول الموجي (نا نومتر)

الطيف الخطى من انبوبة مهبط مجوف مصنوع مــن الزنــك ٠



الطول الموجي (نا نومتر)

فصل الأطوال الموجيــه خارج الخط الرنينى لعنصر الزنــك نتيجة عمــل المونوكروميتور ٠



الطول الموجي (نا نومتر)

قدرة الخط الرنينى للزنك بعد اختزاله بدرجه واضحه نتيجة الامتصاص الذرى بذرات الزنــك ٠

شكل (٧ ب)

رسم توضيحى لفكرة عمل جهاز الامتصاص الذرى باستخدام اشعاع انبوبة المهبط المجوف ٠

الموجوده فى العينه اصلا اذا ما قيس مقدار الامتصاص الطيفى فى حالة استخدام المحلول المحتوى عليها .

ويوضح (شكل ٨) تفاصيل الجزء من جهاز الامتصاص الذرى والذى يستخدم لتحويل الماده المراد تحليلها الى صوره غازيه .

بينما (شكل ٩) يبين تفاصيل غرفة خلط محلول الماده مع وقود الأسيتيلين .

ونود ان نقف قليلا هنا لسرد الخطوات التى تتضمن الممارسه الآمنه لتشغيل جهاز الامتصاص الذرى مع استخدام لهب الأسيتيلين :

=١= نظرا لأن بعض المذيبات العضويه (خصوصا التى تحتوى على الكلور) تعطى نواتج سامه فى اللهب ، اذن يجب عدم تشغيل الجهاز الا بعد بدء تشغيل شفاط هوائى ليقوم بتجديد الهواء فى المعمل .

=٢= يجب وضع انبوبة الأسيتيلين الغير مستعمله مثبته فى غرفه جيدة التهويه بعيدا عن المكان الذى فيه لهب الجهاز نفسه ويراعى عدم التدخين .

=٣= يجب تأمين انابيب البلاستيك الناقله للأسيتيلين ضد أى تلف او قطع وذلك باختيار المكان المناسب لها بالنسبه للجهاز .

= ٤= يجب ان تتم بطريقه دوريه عملية اختبار توصيلات الغاز عن طريق استخدام محلول صابون للكشف عن اى تسرب .

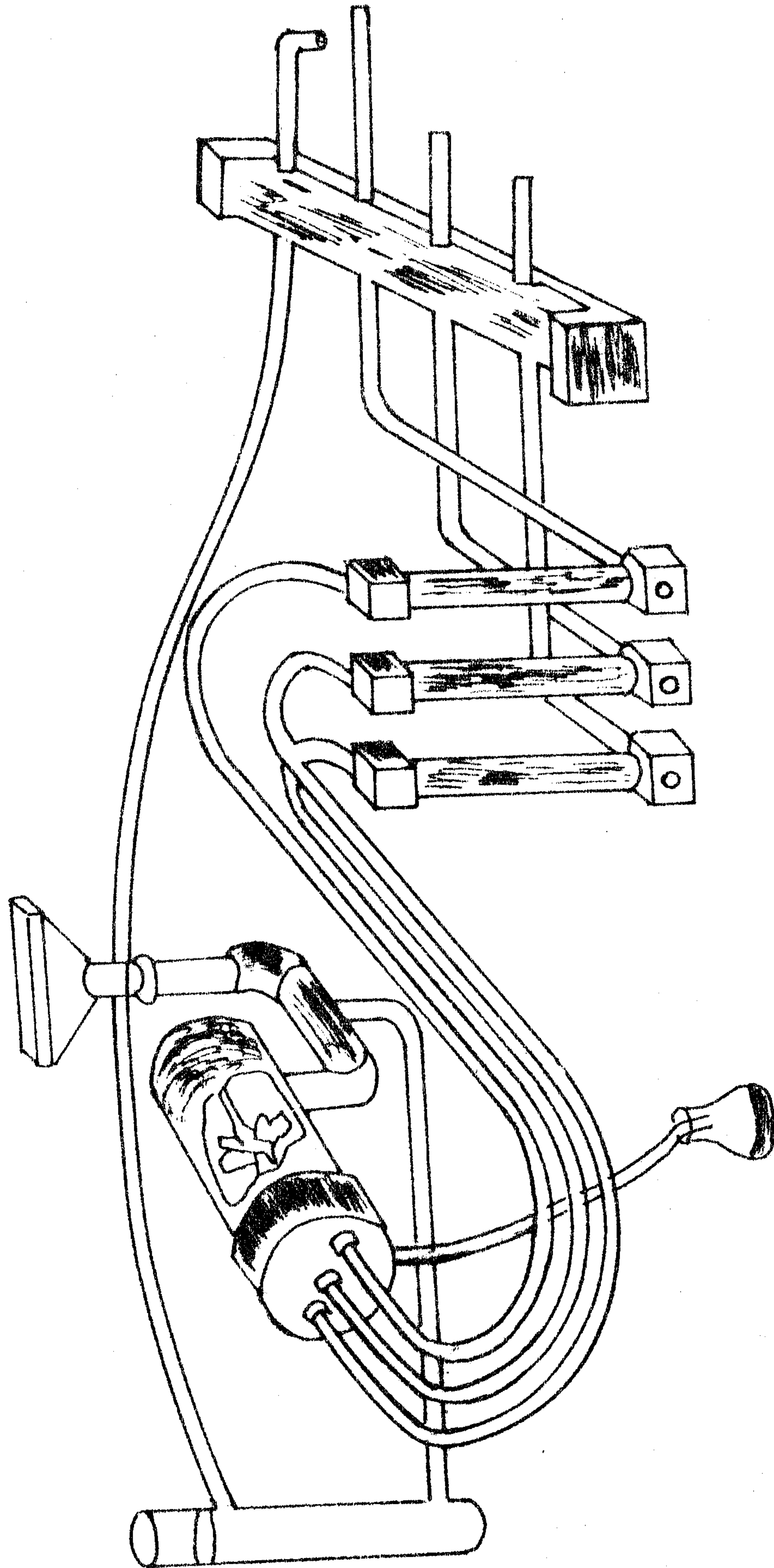
=٥= يجب عدم تشغيل الأسيتيلين عند ضغط يزيد عن ($103 \ K.N/m^2$) حتى لا ينفجر الأسيتيلين تلقائيا .

=٦= يجب عدم استخدام اى انابيب نحاسيه حتى لا تتفاعل مع الأسيتيلين ، ويمكن استخدام حديد مجلفن .

=٧ = يجب عدم وضع اى زئبق او فضه او غاز الكلور فى المعمل الذى فيه الأسيتيلين .

=٨= يجب استبدال انبوبة الأسيتيلين قبل ان ينخفض ضغط الأسيتيلين بها عن القيمه ($367 \ K.N/m^2$) لتحاشى تكون الأسيتون ومضاره .

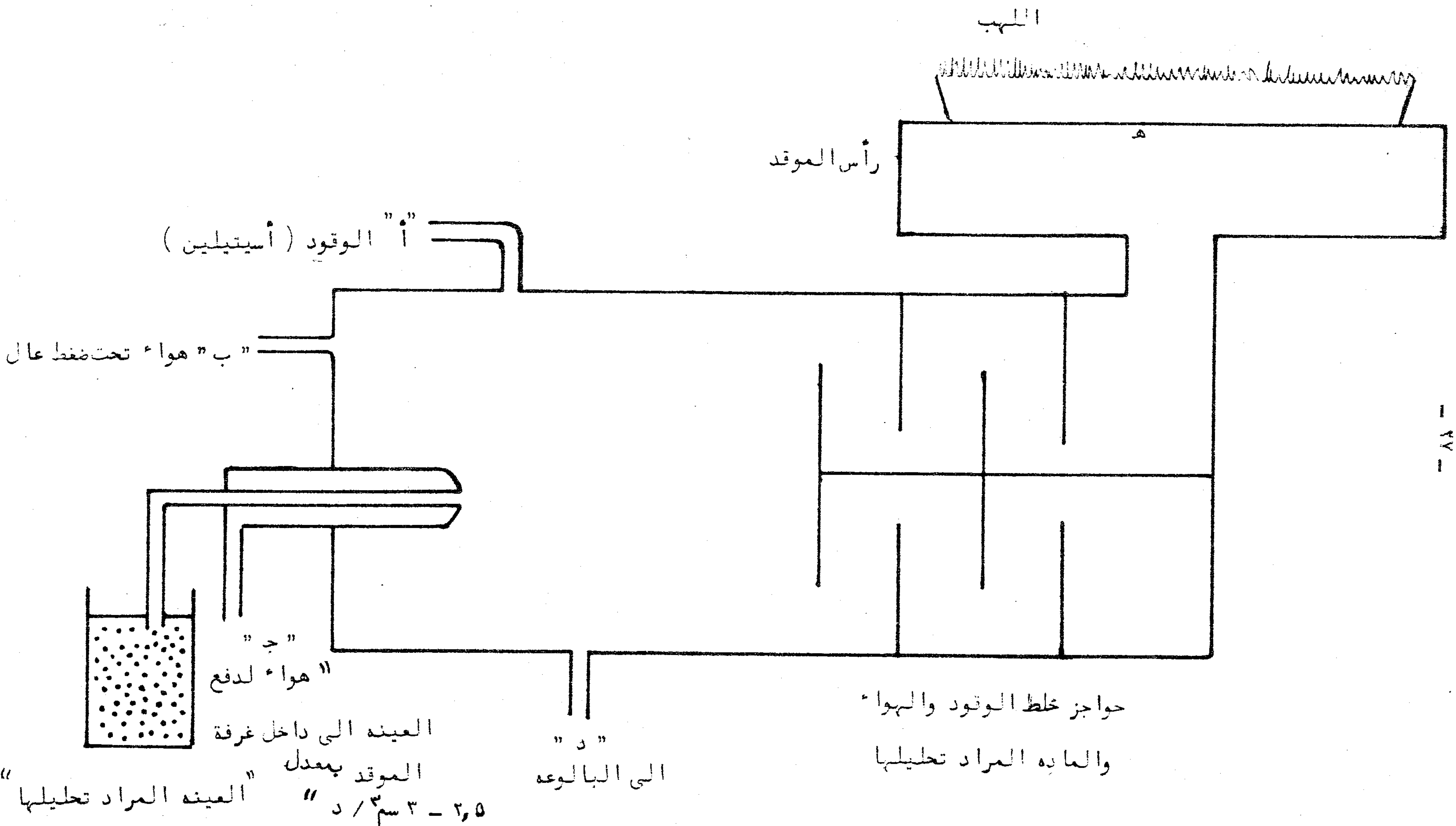
=٩= يجب تأمين عدد كاف ومناسب من آلة اطفاء الحريق فى المعمل ويتم تمرين المتصلين بالبحث بكيفية استخدامها بكفاءه .



شكل (٨)

رسم توضيحي لتفاصيل الجزء من جهاز الامتصاص الذي المستخدم لتحويل الماده الى صوره غـــازيه .

شكل (٩)
غرفة خلط العينه مع وقود الأسيتيلين



ولنناقش الآن المراحل التى تمر فيها العينه حتى تصبح ذراتها المستقله فى صوره مهيأه للامتصاص الرنينى للاشعاع المنبعث من نفس نوعيتها :

بعد خلط المحلول الذى يحتوى على العينه خلطا جيدا مع الهواء والاسيتيلين بفعل الحواجز الموجوده داخل غرفة الوقود يصل الى فوهة الموقد حيث يتم حرق المحلول فى اللهب ، وهنا يقوم اللهب باداء عمليتين على التوالى :

اولهما : تحويل محلول العينه المراد تحليلها من الحاله السائله (او الصلبه المعلقه اذا تعذر اذابتها) الى الحاله الغازيه .

ثانيهما : تكسير جزيئات مركب الفلز المراد الكشف عنه الى ذرات او الى جزيئات اصغر ، وبذلك نضمن حدوث تفاعلاتها الرنينيه مع الاشعاع النبضى الصادر من انبوبة المهبط المجوف .

وبما ان جزء من الطاقه الحراريه التى فى اللهب - حيث درجة الحراره $(2723\ ^{\circ}K)$ - تؤدى الى اثارة بعض الذرات الى مستويات اضطراب تبعا للمعادله :



$$A + h\nu \text{ (Heat)} \longrightarrow A^{*} \text{ or } A^{+n} + ne^{-} \quad .....(21)$$

وفيها A ترمز للذره قبل الاثاره ، A^{*} ترمز للذره المثاره ، A^{+n} ترمز للآيون المتكون فيهـــا .

اما ne^{-} فهي عدد الألكترونات التى انطلقت منها نتيجة عملية التأين. فانه يجب تحاشى حدوث ذلك او تقليله بقدر الامكان نظرا لأن الطيف المنبعث من ايونات اى عنصر يختلف تماما عن الطيف المنبعث من ذراته ، ومن هذه الوجهه فان لـــهب مخلوط الأسيتيلين والهواء المضغوط يعتبر الأنسب كما يتضح من (جدول ٣) الــذى يلخص للفلزين الصوديوم والكالسيوم كيف ان النسبه بين عدد الذرات التى يحدث لها اثاره وعدد الذرات الكليه للعنصر تتغير بتغير درجة الحراره وكذلك بتغير $h\nu$ ، ويتم حساب هذه النسب باستخدام العلاقه التاليه المبنيه على قـــانون بولتـــزمان - ماكسـويل السابق الاشاره اليه فى الباب الأول (معادله 20) :

$$\frac{N_1}{N_0} = \frac{P_1}{P_0} \cdot e^{-\frac{h\nu}{kT}} \quad ..... \quad (22)$$

حيث (P_1/P_0) هي النسبه بين الثقل الاحصائى للذرات المثاره الى الثقل الاحصائى للذرات الغير مثاره ٠

فمثلا للخط الرنينى للصوديوم ($\lambda = 589\ nm$) :

$$h\nu = h\frac{c}{\lambda} = \frac{(6.63 \times 10^{-34}\ Joule.sec)(3\times 10^{8}\ m/sec)}{(589 \times 10^{-19}\ m)}$$

$$= 3.38 \times 10^{-19}\ Joule$$

وباخــذ $T = 2723\ ^\circ K$

$$kT = (1.38 \times 10^{-23}\ Joul./^\circ k) . (2723\ ^\circ K)$$

$$= 0.376 \times 10^{-19}\ Joule$$

وفرض ان :

$$\frac{P_1}{P_0} \quad \frac{(2J_1 + 1)}{(2J_0 + 1)} = \frac{(2 \times \frac{3}{2} + 1)}{(2 \times 0 + 1)} = 2 \quad .....(23)$$

خيث J_1 كمية التحرك الزاويه الكليه للذره المثاره ٠

J_0 كمية التحرك الزاويه الكليه للذره الغير مثاره ٠

$$\therefore \frac{N_1}{N_0} = 2 . e^{-\frac{3.38}{0.376}} = 2.49 \times 10^{-4} \quad ....(24)$$

وكلما انخفضت هذه النسبه لعنصر ما كانت طريقة الامتصاص الذرى انسب لتعيينه فى مادة ما ، فمثلا النتيجه الموضحه فى معادلة (24) الخاصه بعنصر الصوديوم كبيره جــدا اذا ما قوبلت بما يقابلها لعنصر الزنــك (Zn) الذى يتميز بخط رنينى ($\lambda = 213.9 nm$) اذ نجد انها حوالى (4.5×10^{-10}). لهذا السبب ـ كما نعلم ـ فانه من الســــهل الكشف عن عنصر الصوديوم باستخدام طريقة الانبعاث ، بينما لعنصر الزنك لا يمكــــن الكشف عنه الا باستخدام طريقة الامتصاص الذرى ٠

ويوضح (شكل ١٠) رسم يمثل اللهب الناتج من مخلوط الأسيتيلين والهواء المضغوط ويلاحظ انه يتكون من مخروط داخلى ومخروط خارجى ، وبينهما ما يسمى بالمنطقه الواصله ، وتتميز منطقة المخروط الداخلى بحدوث احتراق جزئى للماده فيها ، اى احتراق دون

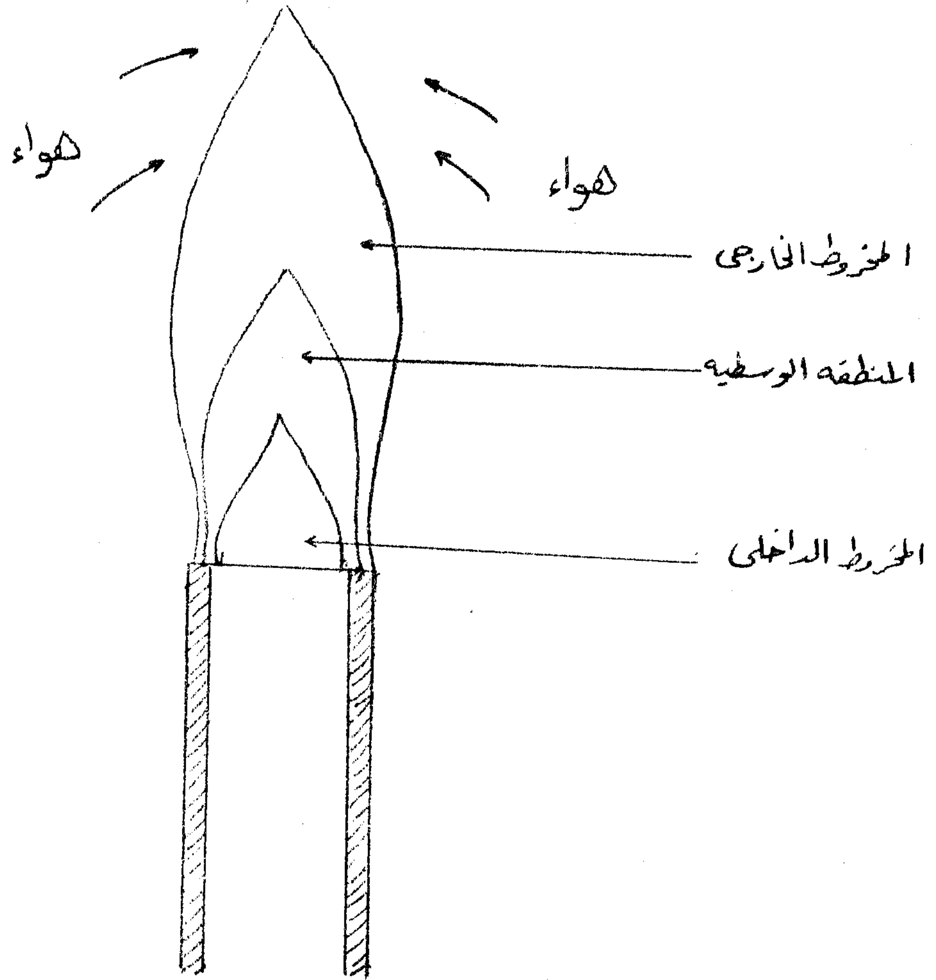
جدول (٣)

النسبه $\frac{N_1}{N_0}$ بين عدد الذرات التى يحدث لها اثاره وعدد الذرات الكلى وتغيرها بتغير درجة الحراره لعنصرى الصوديوم والكالسيوم .

	عنصر الصوديوم (Na) خط رئيسى $\lambda = 589\ nm$	عنصر الكالسيوم (Ca) خط رئيسى $\lambda = 422\ nm$
درجة الحرارة °K	N_1/N_0	N_1/N_0
2000	9.86×10^{-6}	1.21×10^{-7}
3000	5.88×10^{-4}	3.69×10^{-5}
4000	4.44×10^{-3}	6.03×10^{-4}
5000	1.51×10^{-2}	3.33×10^{-3}

شكل (١٠)

المناطق العامه فى لهب مخلوط الأسيتيلين والهـــواء



جدول يوضح اقصى درجات حراره لأنواع مختلفه من اللهـــب .

(°C)

الوقـــود	المؤكـــد	
	هواء	اكسجين
Propane البروبان	1925	2800
Hydrogen الأيدروجين	2100	2790
Acetylene الأسيتيلين	2200	3050

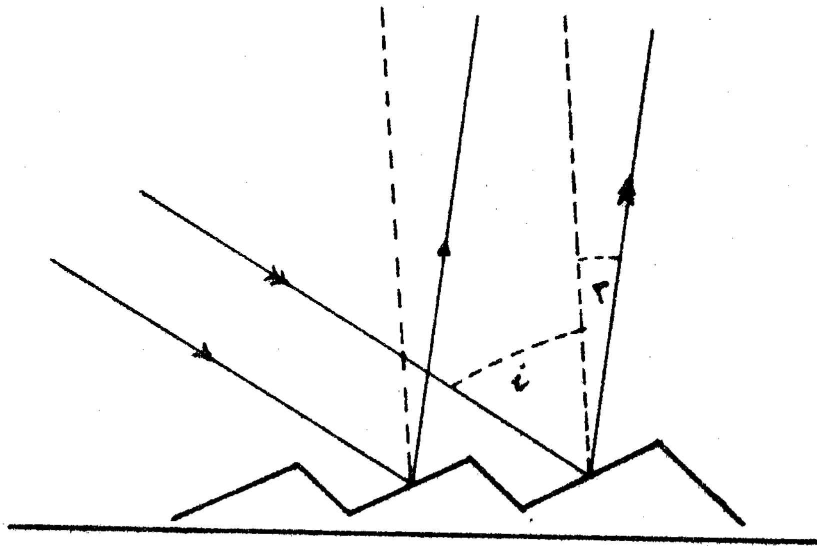
حدوث اتزان حراری ، ويتم تسخين تلك المنطقه الداخليه عن طريق التوصيل الحراری والاشعاعی من المنطقه الأكثر حراره التی تقع فوقها . كما يتم فی هذه المنطقه الداخليه انتاج اكاسيد للماده المتحلله وينبعث الضوء فيها عن طريق الغازات التی تحتويها ، وليس من الماده المراد تحليلها ، ولهذا السبب لا تستخدم تلك المنطقه الداخليه من اللهب فی جهاز الامتصاص الذری .

وتقع فوق المنطقه الداخليه المنطقه التی اشرنا اليها بانها المنطقه الواصله وهي المنطقه الساخنه من اللهب ويتم فيها عملية الاحتراق تماما مع حدوث اتزان ديناميكی حراری ، وهذه المنطقه هي التی تستخدم عادة فی ابحاث القياسات الضوئيه الناتجه من اللهب . اما المنطقه الخارجيه من اللهب حيث يتم بقية احتراق المواد المؤكسده جزئيا فيها (فمثلا يتحول اول اكسيد الكربون فيها الی ثانی اكسيد الكربون ولتجنب مضار تلك الأبخره عموما يجب استخدام " كمامه " اثناء اجراء التجارب الخاصه بتحليل الامتصاص الذری) فهي منطقه غير مفيده من اللهب .

ج - مجموعة الجهاز الخاصه بتحليل الاشعاع بعد خروجه من المنبع - انبوبة المهبط المجوف عادة - (سواء تم مروره فی اللهب ام لا) :

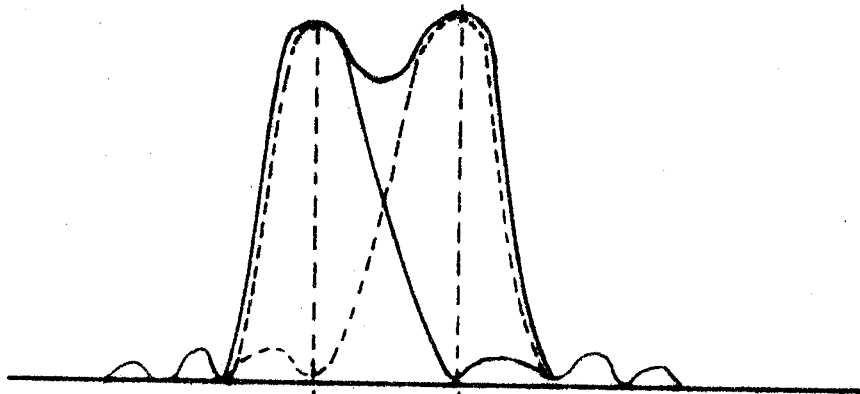
فی هذا الجزء من الجهاز يمر الاشعاع القادم من منبعه خلال فتحه ضيقه مستطيله ورأسيه متجها الی مجموعه ضوئيه تتكون من عدة عدسات ومرايا مقعره واثناء ذلك يمر بالقطعه الضوئيه التی تقوم بتحليله وفصله الی اطياف " احاديه " اللون وهي هنا عباره عن محزوز حيود من النوع المسمی بالمحزوز السلمی العاكس Echelette Grating - وهي تسميه فرنسية الأصل - ويتميز هذا المحزوز بان ظاهرة الحيود تتم فيه نتيجة تداخل الاشعاع الكهرومغنطيسی المنعكس من " السليمات " المتتابعه كما هو موضح بشكل (١١ أ) وكالمعتاد فان التداخل البناء يتحقق بالعلاقه :

$$m.\lambda = d\,(\sin i \pm \sin r) \quad \ldots\ldots (25)$$



شكل (١١أ)

رسم توضيحي لمبدأ عمل محزوز الحيود السلمي العاكس



شكل (١١ ب)

رسم توضيحي "لشرط رالي" اساس قدرة التحليل لجهاز ما نتيجة حدوث حيود الاشعاع .

حيــث m = رتبة الحيود ٠

$m\lambda$ = فرق المسار الضوئى بين الموجات الاشعاعيه المتداخله والقادمــه من تجويفين متتاليين ٠

i = زاوية السـقوط ٠

r = زاوية الانعكاس ٠

d = المسافه بين كل تجويفين متتاليين = $\frac{\text{١ سم}}{\text{٢٠٠٠٠ خط}}$

وعلى ذلك فانه عند سقوط اشعاع متعدد الأطوال الموجيه (Polychromatic Radiation) على مثل هذا المحزوز العاكس فان الشرط اعلاه عادة لا يتحقق الا لطول موجى معيــن فى كل مره تقابل وضع معين للمحزوز ، ومعنى ذلك ان عملية ادارة المحزوز حول محور منطبق على سطحه وعمودى على اتجاه الأشعه الساقطه ـ حتى تتغير زاوية السقوط i ـ سوف تجعل كل طول موجى على التتابع يتحقق له بمفرده هذا الشرط (معادلــه 25) وبذلك تتم عملية فصل وتحليل الاشعاع الى الأطوال الموجيه المفرده ، والمجموعــه الضوئيه الخاصه بتحليل الضوء فى الجهاز المستخدم فى هذا البحث تتميز بما يلــى :

ـ تقوم بتحليل الاشعاع الكهرومغنطيسي للمدى (١٩٣ ـ ٨٥٣) nm ٠

ـ الدقه فى ضبط الطول الموجى افضل من (٠و٢٥) nm وهي موضحه بطريقه عشـريه ٠

ـ اتساع الفتحه يمكن التحكم فيه بين القيمتين (صفر ـ ٢٥٠)ميكرون بصوره عشريه ٠

ويتم ضبط فتحة هذه المجموعه الضوئيه بما يتفق مع ظروف تحقيق شرط رالـــــــى (Rayleigh Criterion) الموضح فى(شكل ١١ ب) والذى يفسر امكانية الفصل بين خطين احاديي اللون λ_1 و λ_2 متلاصقين اى ان :

$$\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1 \quad \ldots\ldots \quad (26)$$

$$، \quad \lambda_1 \sim \lambda_2 = \lambda$$

فتبعا لهذا الشرط يكون :

$$d . \sin r = m (\lambda + \Delta\lambda)$$

$$، \quad d . \sin r = m\lambda + \frac{\lambda}{N_{tot}}$$

قدرة التحليل $(R.P) = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} = m\, N_{tot}$ ..... (27)

حيث N_{tot} هو العدد الكلى للتجويفات فى المحزوز العاكس .

ويوضح (جدول ٤) اهمية جعل قدرة التحليل (Resolving Power) اكبر ما يمكن حتى يصبح من الممكن فصل عنصرين يتميزان بخطي رنين متقاربين جدا من بعضهما .

د ـ كاشف الاشعاع وبقية الأجهزه الألكترونيه المتكامله معه :

Radiation Detector and Electronic Accessories .

يتم توجيه الاشعاع احادى اللون الذى تم فصله كما اوضحنا اعلاه ليمر خلال فتحــه مناسبه مستطيله لينفذ خلال واجهة كاشف الاشعاع المثبت خلفها ، وهذا الكاشف من النوع المعروف باسم " المضاعف الضوئي - Photo multiplier " ويوضح (شكل ١١ جـ) فكرة عمله ، فعند سقوط الاشعاع على واجهته ينفذ معظم هذا الاشعاع موجها الى سطح المهبط وهو سطح حساس للاشعاع بمعنى انه ينطلق منه عدد معين من الألكترونـــات يتناسب مع شدة الاشعاع الساقط عليه ، اما طاقة حركة تلك الألكترونات فتتحدد داخل اطار علاقة اينشـــتاين المعروفه والمرتبطه بظاهرة الانبعاث الكهروضوئي :

$$\frac{hc}{\lambda} = (K.E)_{max} + e\phi \quad ..... (28)$$

حيث الرموز المختلفه لها المعنى المعتاد كما يلى :

h = ثابت بلانــك ، C = سرعة الضوء .

λ = الطول الموجى للاشعاع ، e = شحنة الألكترون .

$(K.E)_{max}$ = اقصى قيمه لطاقة الحركه ، ϕ = دالة الشغل للسطح .

وبسبب التركيب الهندسى الخاص الذى هُيء عليه المضاعف الضوئى ، فان تلك الالكترونات التى انبعثت كهروضوئيا من سطح المهبط بفعل الاشعاع الأساسى الذى سقط عليه تتوجــه الى المصعد رقم ١ داخل تجويف المضاعف الضوئي مكتسبة طاقة حركه اضافيه بفعل فرق الجهد بين هذا المصعد والمهبط فتندفع مصطدمه بسطحه ونتيجة هذا الاصطدام تنطلـــق

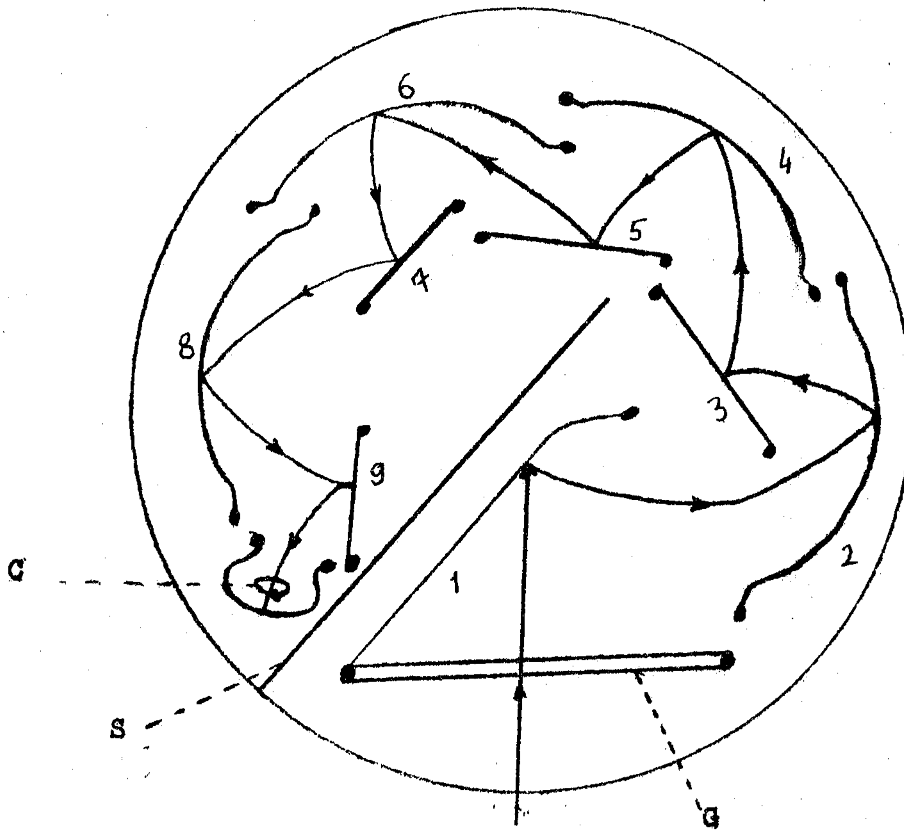
جدول (٤)

رسم يوضح كيف ان فى طيف الاشعاع يصعب الفصل بين عنصرين نتيجة تشابه اطيافهما

عند قيمة معينه .

منبع الإشعاع	λ_{nm}	منبع الإشعاع	λ_{nm}
Aluminium	308.216	Vanadium	308.211
Antimony	231.147	Nickel	231.095
Copper	324.754	Europium	324.755
Gallium	403.307	Manganese	403.307
Iron	271.903	Platinum	271.904
Mercury	253.652	Cobalt	253.649

شكل (١١م) : المضــاعفالضــوئـــي (Photomultiplier)



C : Collictor C (المجمع)

S : Shield S (درع)

G : Grid G (الشبكه)

الكترونات اخرى بفعل الطاقه التى فقدتها الألكتونات القادمه ، وبذلك يتضاعف عدد الألكترونات بالنسبه لعدد الألكترونات الأساسى وتتكرر هـــذه العمليه على تسع مراحل فى حالة الجهاز المستخدم فى هذا البحـــث ، ونتيجه لتجميع العدد الكلى من الألكترونات الناتجه خلال فتره زمنيـــه قصيره للغايه (حوالى 10^{-9} ثانيه) تتكون نبضه كهربيه بواســـطة المكبر الألكترونى Electronic Amplifier المتصل كهربيا بالمصعـــد النهائى (المجمع) . وعن طريق الدوائر الألكترونيه المتكامله مع هذا المكبر والتى تضم اساسا دائرة مقياس جهد Potentiometer يتم معايـــرة هذه النبضه المكبره بحيث ان مقياس كهربى عشرى (انظر جدول ٥ الـــذى يجمع البيانات الخاصه به) يعطى مباشرة قراءه عشريه تتناسب مع شـــدة الضوء الذى وصل اساسا للسطح الحساس لمهبط المضاعف الضوئى ، وبفرض ان الجهاز ضبط ليشتغل على اساس قياس الاشعاع النافذ . اما فى حـــالة ضبطه ليشتغل على اساس قياس مدى الامتصاص الذى حدث لهذا الاشعاع فان قراءة المقياس العشرى تعطى مباشرة الامتصاص النسبى له . وعلى ذلـــك فان هذه الطريقه تجعل فى الامكان معرفة شدة الاشعاع (او الامتصـــاص النسبى له) عند كل طول موجى معين بين المدى (١٩٣ ـ ٨٥٣ نانوميتر) . والجهاز الحالى ملحق به جهاز الكترونى خاص لرسم الأطياف وكذلك لتشـــغيل طباعه الكترونيه ، ولو انه فى هذا البحث لم يستخدم اى منهما وذلك لنقص فى توريد بعض قطع الغيار الخاصه بهما ، ولذلك اكتفي باستخدام المقياس العشرى الألكترونى مباشرة ، ولذلك روعي تغيير مجرى البحث على هـــذا الأساس . حيث ان ذلك لظروف خارجه عن ارادة القسم .

جدول (٥)

رالبيانات الخاصه بالمقياس العشرى المثبت فى واجهة جهاز الامتصاص الذرى : **(H 1550)**

D.C. - Voltage

المقياس الكلى	± 199.9 mV	± 1.999 V	± 19.99 V	± 199.9 V
التحليل	100 μV	1 mV	10 mV	100 mV
ممانعة الدخول	1000 MΩ		10 MΩ	
تيار الانحياز الداخل	2 nA, typical	10 nA, max	nome	
أقصى تحمل	200 V		500 V	
أقصى خطأ خلال تشغيل لـ ٣٠ يوم (١٥ - ٣٥ م°)	0.1% R + 0.1% FS	0.1% R + 0.05% FS	0.15% R + 0.1% FS	

D.C. Current

المقياس الكلى	± 1.999 μA	± 19.99 μA	± 199.9 μA	1.999 mA
التحليل	1 nA	10 nA	100 nA	1 μA
فرق الجهد الحادث		200 mV		

الباب الثالث

النتائج والمناقشه

تم اختيار الموضوعات التاليه لدراستها فى هذا البحث باستخدام جهاز الامتصاص الذرى :

أ- معايرة جهاز الامتصاص الذرى بخصوص تحديد الأطوال الموجيه المميزه لانابيب المهبط المجوف المتعدده والمفروض استخدامها فى دراسة التحليل الكيميائى للعينات باستخدام الامتصاص الذرى مستقبلا .

ب- دراسة اكثر من نموذج للأطياف الخطيه المنبعثه من انابيب مهبط مجوف مختلفه وربط بعض المشاهدات فى هذه النماذج مع التركيب الألكترونى فى الذرة الأم .

جـ - دراسة تغيير منحنى توزيع شدة الاشعاع مع الطول الموجى (وتثبيت تيار انبوبة المهبط المجوف) ومدى تاثره بتغيير اتساع الفتحه الضوئيه .

د - دراسة تاثير تغير شدة التيار لأنبوبة المهبط المجوف على شكل منحنى توزيع شدة الاشعاع مع تغير الطول الموجى (وتثبيت اتساع الفتحه) .

هـ - دراسة التوزيع الطيفى للاشعاع الناتج من مصدر ضوئى كهربى لقدرتين مختلفتين .

و - دراسة الامتصاصيه الطيفيه لماده اختياريه .

ز - دراسة الانعكاسيه الطيفيه لنماذج مختلفه من السطح العاكس والتوزيع الزاوى لهما .

ولم يكن فى الامكان تنفيذ نقطه اضافيه اخرى كانت فى خطة البحث الحالى اساسا وهي التحليل الكيميائي لعينات من مياه الشرب المستخدمه فى مكة المكرمه ،وسبب ذلك هو كما اشير اليه فى نهاية الباب الثانى فانه نظرا لظروف خارجه عن ارادة القسم ، لم يتم (للآن) استكمال بعض قطع الغيار الخاصه بكل من :

راسم الأطياف الألكتروني ، الطباعه الألكترونيه ، موقد مخلوط الآسيتيلين والهواء المضغوط .

وفيما يلي نستعرض النتائج الخاصه بكل من النقاط الآنفة الذكر على التوالي مع اعطاء بعض التفاصيل الخاصه بكل منها :

أ ـ معايرة جهاز الامتصاص الذرى لتحديد الأطوال الموجيه المميزه لبعض الفلزات :

تمت هذه المعايره بفحص الأطياف الخطيه المنبعثه من عدة انابيب مهبط مجوف موجوده بمعمل القسم ، ونتائج هذه القياسات موضحه (بجدول ٦) ، وهي جميعا تبين ان هناك فرق شبه ثابت بين القيم المقاسه والقيم المعياريه للأطوال الموجيه للخطوط الرنينيه لتلك الفلزات بمقدار ١ نانوميتر فيما عدا عنصر الكوبالت (Co) اذ ان الفرق ٠٫٠٢ نانوميتر فقط .

ويجب الاشاره هنا الى الحقيقه العلميه المعروفه وهي ان بالنسبه لهذه الخطوط الرنينيه للفلزات الموضحه (وبالمثل لجميع باقي العناصر عدا الأيدروجين) فان معادلة بوهر :

$$\lambda = \left[\frac{\mu Z^2 e^4}{8 \epsilon_0^2 c h^3} \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \right]^{-1} \ldots\ldots (29)$$

لا تستطيع استنتاج القيم الصحيحه لتلك الأطوال الموجيه ، ولا تستطيع وسائل ميكانيكا الكم المعروفه للآن استنتاج تلك القيم هي الأخرى الا في حالات بعض الذرات الخفيفه مثل الهيليوم ولكن بطرق تقريبيه داخل اطار نظرية الاقلاق Perturbation Theory ومع ذلك فان من الناحيه التجريبيه اذا رجعنا الى جدول (٤) يتضح لنا ضرورة معايرة اى جهاز امتصاص ذرى قبل استخدامه في التحليل الكيميائي لأى عينه كيميائيه ـ جيولوجيه ... الخ .

جدول (١٦)

نتائج معايرة جهاز الامتصاص الذرى لتحديد الأطوال الموجيه المميزه لبعض الفلزات .

	العنصر Element	الطول الموجي المفروض Nominal λ_N	الطول الموجي المقاس Measured λ_M	الفرق بين القيمتين $\lambda_N - \lambda_M$ Difference (Å)
1	K	766.5	765.5	10
2.	Al	309.3	308.4	9
3.	Cu	324.8	323.6	12
4	Co	240.7	240.5	0.2
5.	Ca	422.7	421.6	11

ب ـ مقارنة الأطياف الخطيه المميزه لعناصر هي افراد فى المجموعه الواحده فى الجدول الدورى للعناصر :

شكل (١٢) يوضح كيف ان اطياف الفلزات الثلاث : الحديد والنيكل والكوبالت وهي افراد المجموعه (٨ـب).

ومن هذه النتائج يتضح لنا ما يلى :

- التشابه التام بين الأطياف الخطيه لهذه العناصر الثلاث .
- نسبة قدرة الخطوط الطيفيه فيما بينها لكل عنصر على حده لها تقريبا نفس التوزيع .

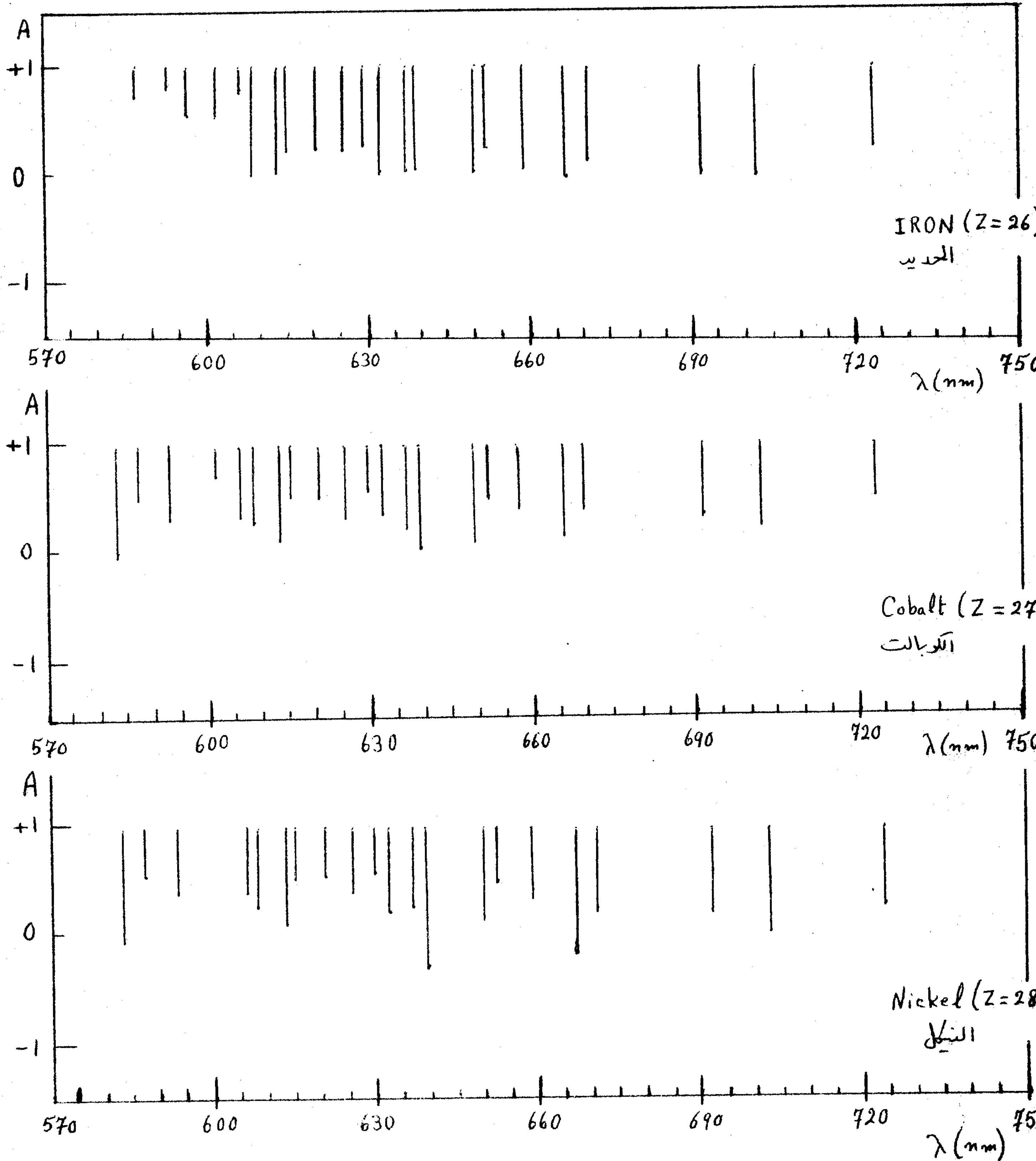
جميع تلك النتائج توضح بجلاء التشابه بين التركيب الألكترونى لهذه العناصر وتتفق تماما مع ما نتبينه فى(جدول ـ٧) الذى يلخص التركيب الألكترونى لعدة امثله لمجموعات مختلفه فى الترتيب الدورى للعناصر .

جـ ـ د ـ دراسة تغير منحنى توزيع شدة الاشعاع مع تغيير اتساع الفتحه الضوئيه لأطوال موجيه مختلفه :

معروف ان منحنى توزيع شدة الاشعاع لأى خط طيفى يتغير اتساعه بتاثير عاملين اساسيين ، احدهما ناتج عن تاثير دوبلر تبعا للعلاقه المعروفه :

$$\lambda = \frac{\lambda_0 \pm \cos\theta \frac{v}{c}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

وبما ان السرعه لذرات العنصر التى ينبعث منها او تقوم بامتصاص الاشعاع الكهرومغنطيسى هي داله لدرجة الحراره T وكتلة الذره نفسها M فان تاثير دوبلر يؤدى الى اتساع فى منحنى التوزيع يتناسب مع $\sqrt{T/M}$ وبالتالى يمكن توضيح هذه النقطه بدراسة منحنيات التوزيع لخطوط طيفيه متقابله منبعثه من انبوبه واحده ولكن مع تغيير شدة تيار التشغيل ويلخص(جدول ـ٨ـpـب)صفحة ٥٨ هذه النتائج . انظر (شكل ١٣ ، ١٤) .

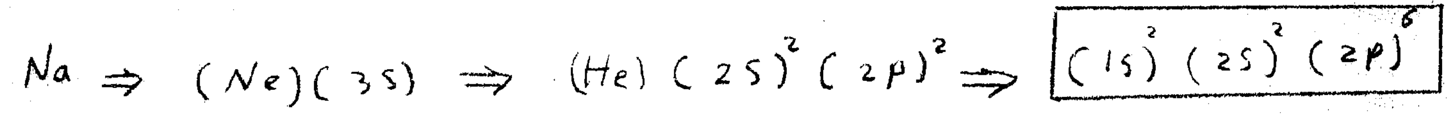
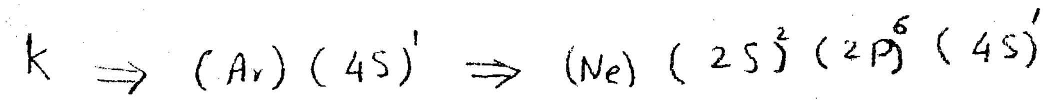
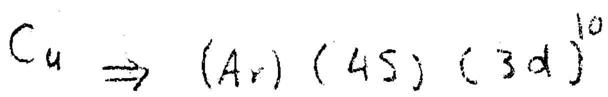
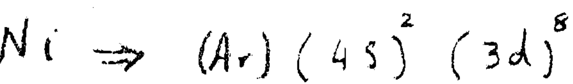
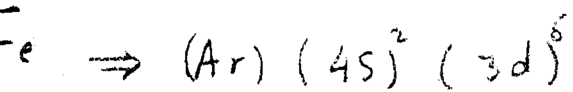
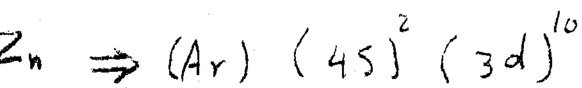
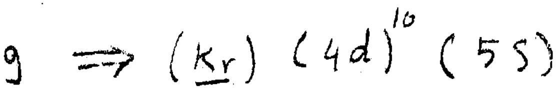
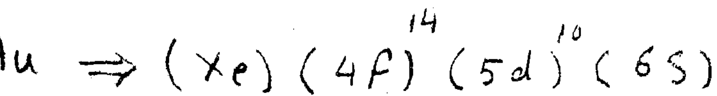
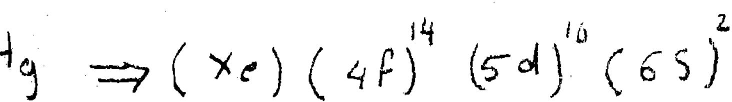
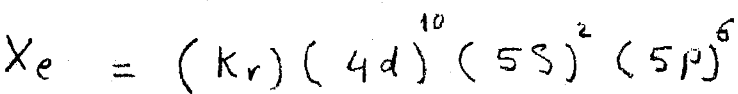
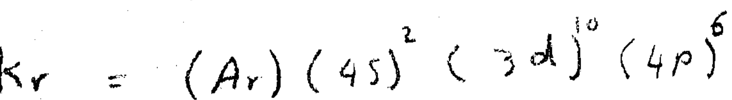


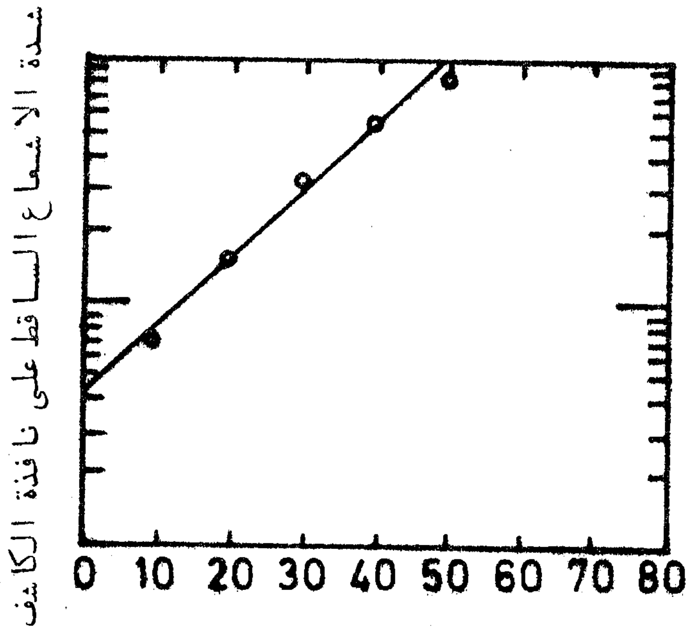
شكل (١٢)

الطيف الخطى لثلاث عناصر تتبع نفس المجموعة " ٨ - ب " فى الجدول الدورى
ويلاحظ التشابه شبه التام بينها. كما ان هناك تشابه فى النسبه بين قدرة الخطوط
المختلفه لكل عنصر

جدول (٧)

التركيب الألكتروني لعينه متباينه من الفلزات بالاضافه الى غازين خاملين •

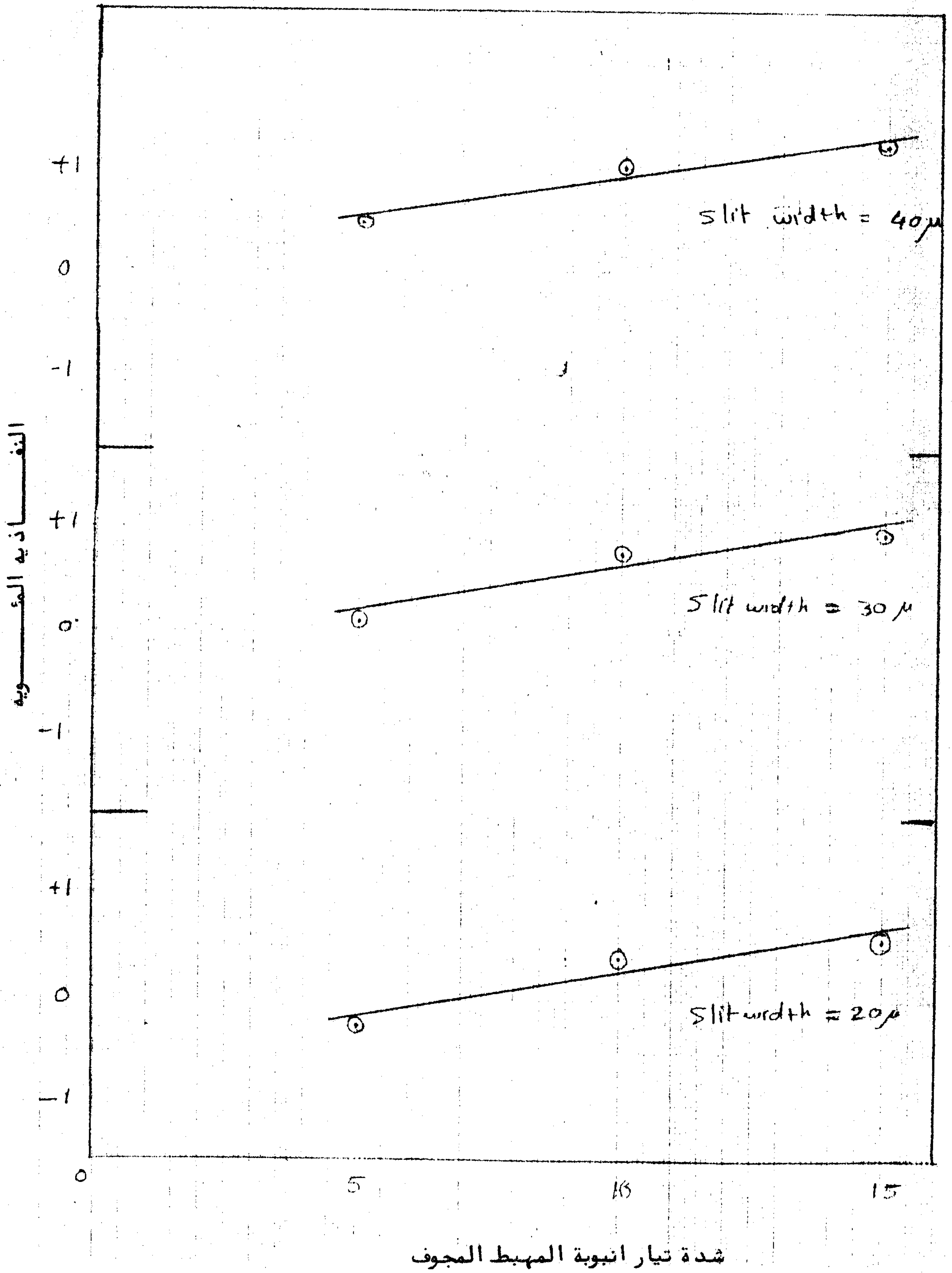


Slit Width (d,microns)

اتساع الفتحه (ميكرون)

شكل (١٣)

العلاقه بين شدة الاشعاع واتساع الفتحه



شـــكل (١٤)

العلاقه بين النفاذيه المئويه وشدة تيار انبوبة المهبط المجوف .

هـ - دراسة التوزيع الطيفى الناتج من مصباح كهربى وتبين كفاءته كمصدر ضوئى :

فى هذه الخطوه من البحث كانت الفكره هي :

١- مقارنة التوزيع الطيفى للاشعاع الصادر من مصباح كهربى فى حالة قدرتين مختلفتين .

٢ - مقارنة كفاءة المصباح الكهربى كمصدر ضوئى فى الحالتين .

٣ - مقارنة شدة الاستضاءه التى تصل لكاشف الاشعاع فى حالة استخدام نفس المصباح وتغيير اتساع الفتحه الضوئيه .

ونتائج القياسات الخاصه بهاتين التجربتين ملخصه فى جدول (٩) وموضحه فى شكـــل (١٥، أ - ب - هـ) ، وهي تعنى ما يلى :

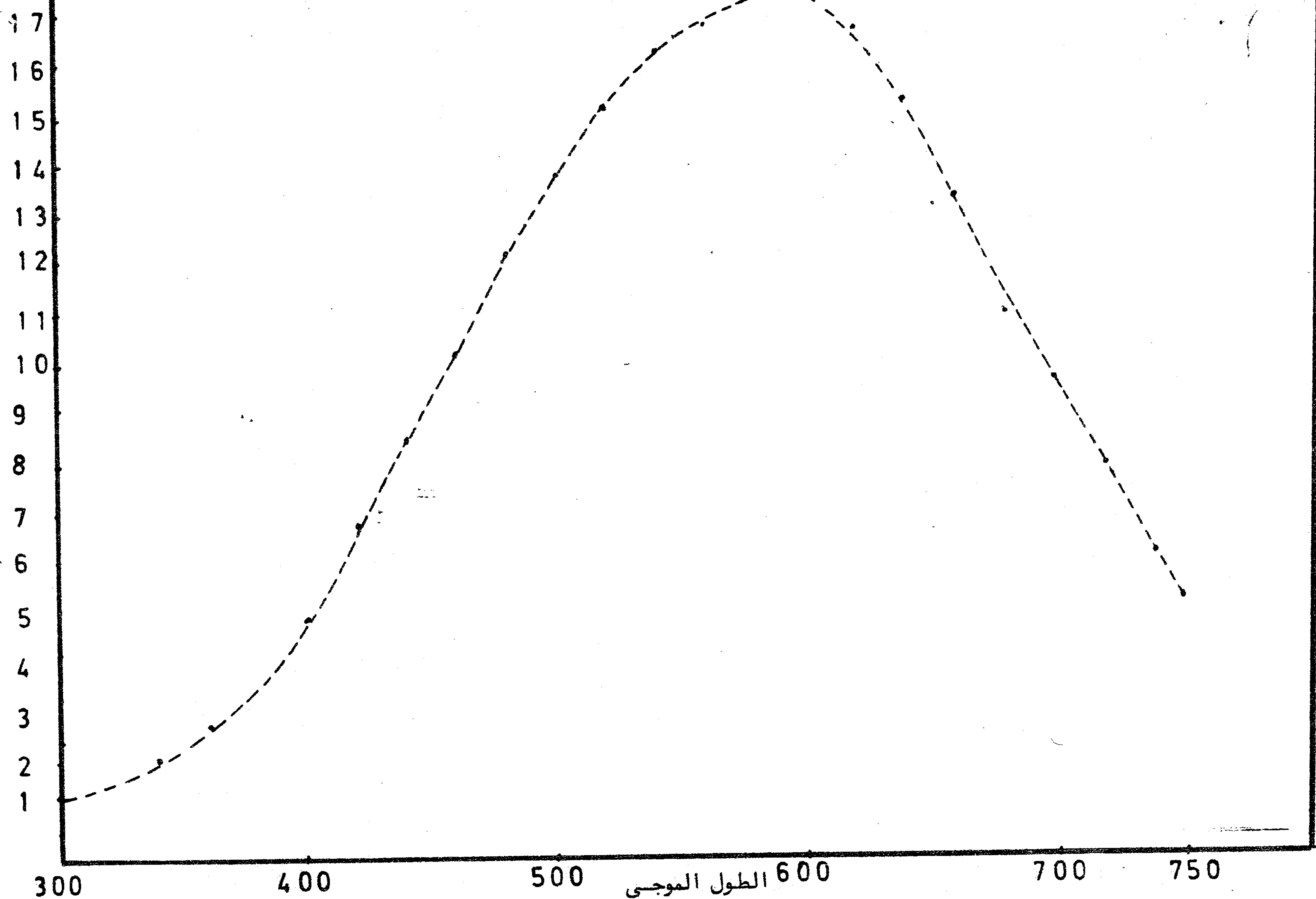
١ - النسبه بين المساحه الكليه التى تقع تحت منحنى التوزيع الطيفى للاشعاع الصادر من مصباح كهربى قدرته ١٠٠ وات الى تلك فى حالة استخدام المصباح الذى قدرته ٤٠ وات - مع تثبيت اتساع الفتحه الضوئيه عند ١٠ ميكرون - هـــى :

$$Ratio = \frac{140}{110} = 1.27$$

٢ - بما ان النسبه المتوقعه 2.5 ربما يفسر ذلك بان كفاءة المصباح ٤٠ وات ضوئيا افضل من كفاءة المصباح ١٠٠ وات .

ولتعويض الانخفاض فى القدره الكليه للمصباح ٤٠ وات فانه يستخدم على مسافات اصغر بعض الشىء عن المصباح ١٠٠ وات .

ولكن يجب ان ناخذ فى الاعتبار ان الفقد فى الطاقه الغير مستخدمه ضوئيـــا اكثر فى حالة المصباح ٤٠ وات ، اذ ان المنحنيين يكادا يتماسان ابتداء من حدى الطيف المنظور : بين (٤٠٠ - ٧٠٠ نانوميتر) .



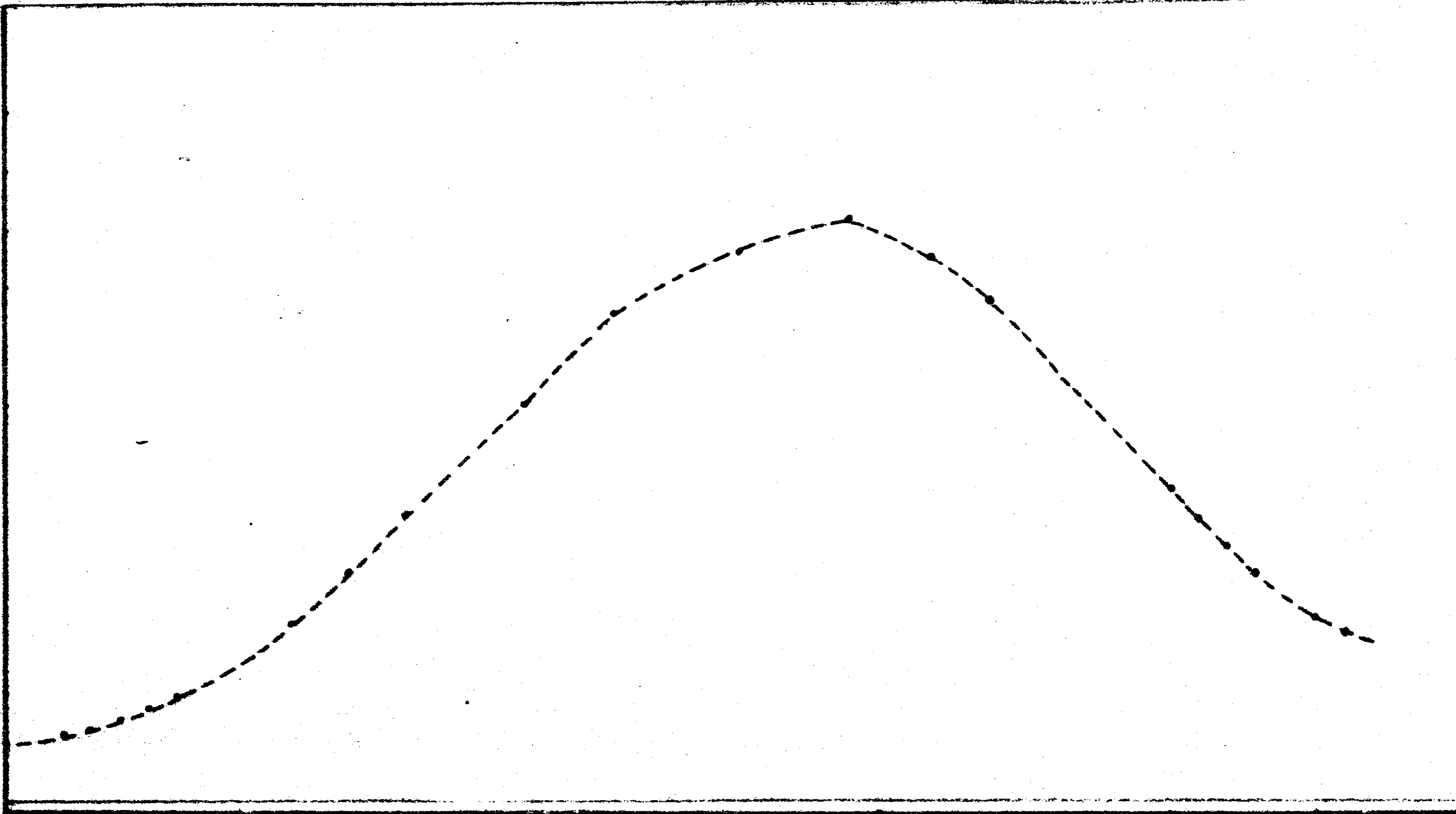
شكل (١٥أ)

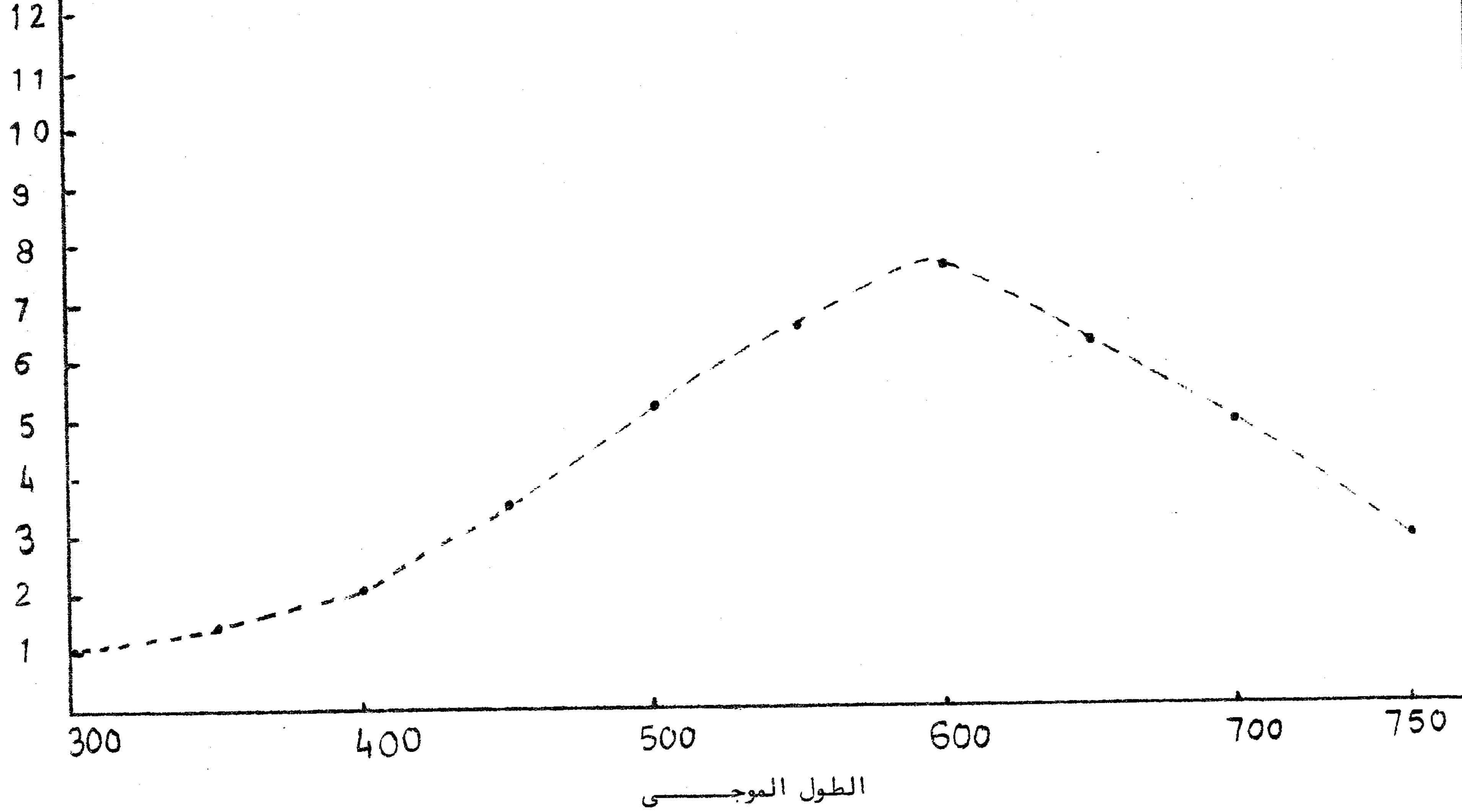
توضح العلاقه بين شدة الاشعاع الطيفى والطول الموجى

شكل (١٥ ب)

شكل يوضح العلاقه بين شدة الأشعاع الطيفى والطول الموجى لمصباح كهربى قدرته ١٠٠ وات

وفتحه اتساعها ١٠ ميكرون





شكل (١٥ج)

توضيح العلاقه بين شدة الاشعاع الطيفى والطول الموجى لمصباح كهربى قذرته ٤٠ وات وفتحه اتساعها ١٠ ميكرون .

و ـ دراسة كل من الامتصاصيه الطيفيه والانعكاسيه الطيفيه والنفاذيه الطيفيه لعينات متباينه :

كما هو معروف فى اى جهاز يستخدم الطرق الضوئيه مثل جهاز الامتصاص الذرى الذى هو محور البحث الحالى ، فان عمل هذا الجهاز يعتمد على التفاعل بين الاشعاع الكهرومغنطيسى (فى هذا البحث مدى الطول الموجى بين ١٩٠ - 750nm) والماده ، ونتيجة هذا التفاعل نجد ان الاشعاع يحدث له واحد من الظواهر التاليـــــه :

ـ الانكسار Refraction	ـ التشتت Dispersion
ـ الانعكاس Reflection	ـ التداخل Interference.
ـ النفاذيه Transmission.	ـ الاستقطاب . Polarization
ـ الامتصاص . Absorption	ـ الحيود . Diffraction
ـ الاستطاره Scattering	

وفيـــما يلى سنستعرض بعض التجارب التى اجريت فى هذا البحث لدراسة ثلاثه فقط من هذه الظواهر التى اشير اليها وهي : الانعكاسيه الطيفيه والنفاذيه الطيفيه والامتصاصيه الطيفيه .

ولكي نتفهم المقصود بأى من هذه الظواهر والكميات الفيزيائيه المرتبطه بها سوف نسرد فيما يلى بعض العلاقات الرياضيه الخاصه بها ، وهي فى الحقيـــــقه تمثل بعض اساسيات علم القياسات الضوئيه (Photometry) .

معروف ان الطاقه الاشعاعيه الكليه التى تنبعث من اى منبع اشعاع يعطى معدلها كما يلـــــى :

$$P = \int_0^{\infty} P_\lambda \, d\lambda$$

حيث P_λ هي القدره الاشعاعيه الطيفيه (Spectral Power) للاشعاع الذى يتميز بمدى طول موجى بين λ ، $\lambda + d\lambda$.

عندما يسقط مثل هذا الاشعاع على سطح يفصل بين وسطين ، فان جزء من هذا الاشعاع ينعكس وجزء ينفذ والجزء الباقي يمتص تبعا لمعدلات تعطى بالمعامل الطيفي المقابل لكل منها والذي يعرف على التوالي كما يلي :

$$\text{معامل الانعكاسيه الطيفيه} = \frac{\int_0^\infty \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi/2} L_\lambda^r \cos\theta_r \cdot \sin\theta_r \cdot d\theta_r \cdot d\phi_r \cdot d\lambda}{\int_0^\infty \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi/2} L_\lambda^i \cos\theta_i \cdot \sin\theta_i \cdot d\theta_i \cdot d\phi_i \cdot d\lambda}$$

راجع (شكل ١٧) .

حيث :

L_λ^i = شدة الاشعاع الساقط في الاتجاه θ_i ، ϕ_i خلال وحدة الزاويه المجسمه ، حيث عنصر الزاويه المجسمه يعطى كالمعتاد تبعا للعلاقه المعروفه :

$$d\omega = \frac{r\, d\theta \cdot r \sin\theta\, d\phi}{r^2} = \sin\theta\, d\theta\, d\phi\, dr$$

اما الزوايا فتعريفها الهندسي موضح بالشكل .

$$\text{معامل النفاذيه الطيفيه} = \frac{I_\lambda^t}{I_{o\lambda}}$$

حيث :

$I_{o\lambda}$ هي شدة الاشعاع الطيفي عند λ الساقطه على السطح الكلي .

I_λ^t شدة الاشعاع الطيفي المقابل والذي حدث ان نفذ خلال السطح تجاه الوسط الآخر .

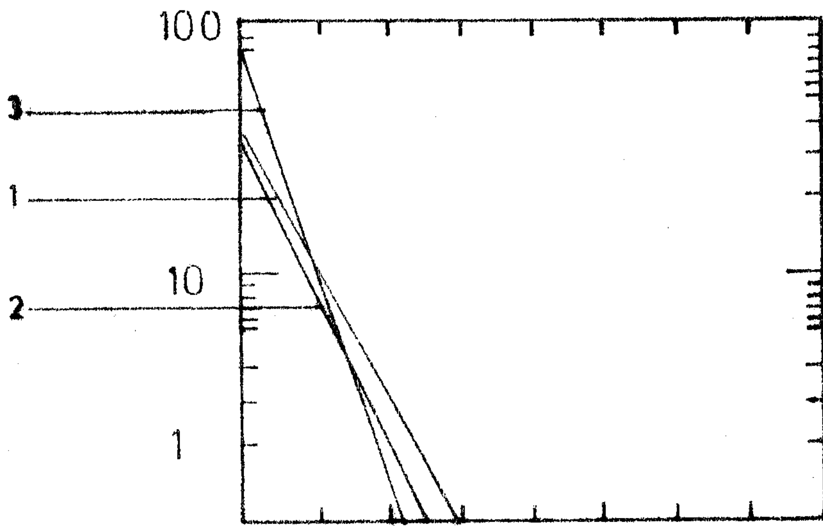
$$\text{معامل الامتصاصيه الطيفيه} = \frac{I_{o\lambda} - I_\lambda^t}{I_{o\lambda}}$$

ويلاحظ ان القانون الذي يتحكم في امتصاص الاشعاع وبالتالي في نفاذ الاشعاع هو القانون المعروف باسم قانون لامبرت Lambert Law وهو كما يلي :

$$\log \frac{I_{o\lambda}}{I_\lambda^t} = \frac{K}{2.303} \cdot x$$

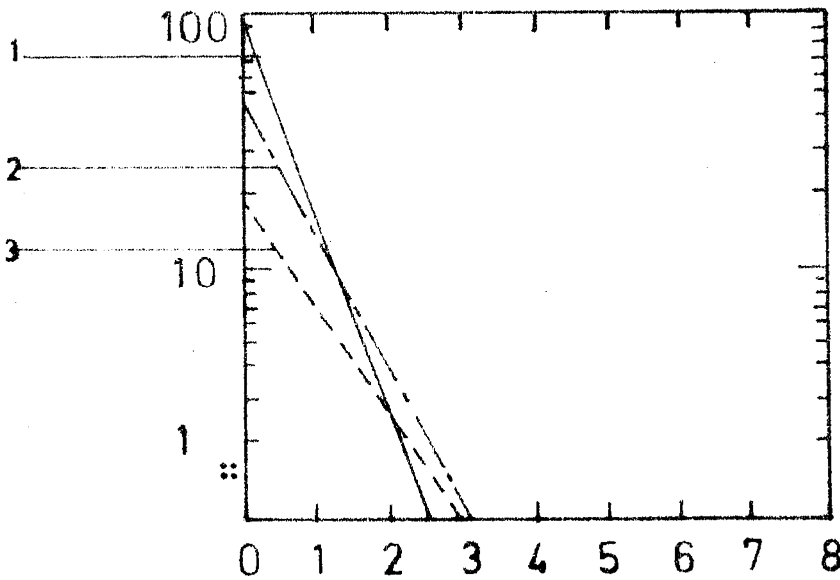
حيث

K ثابت ، x سمك الوسط الآخر خلف السطح الفاصل .



سمك المادة

(مع اعتبار سمك الشريحه الواحده كوحده)

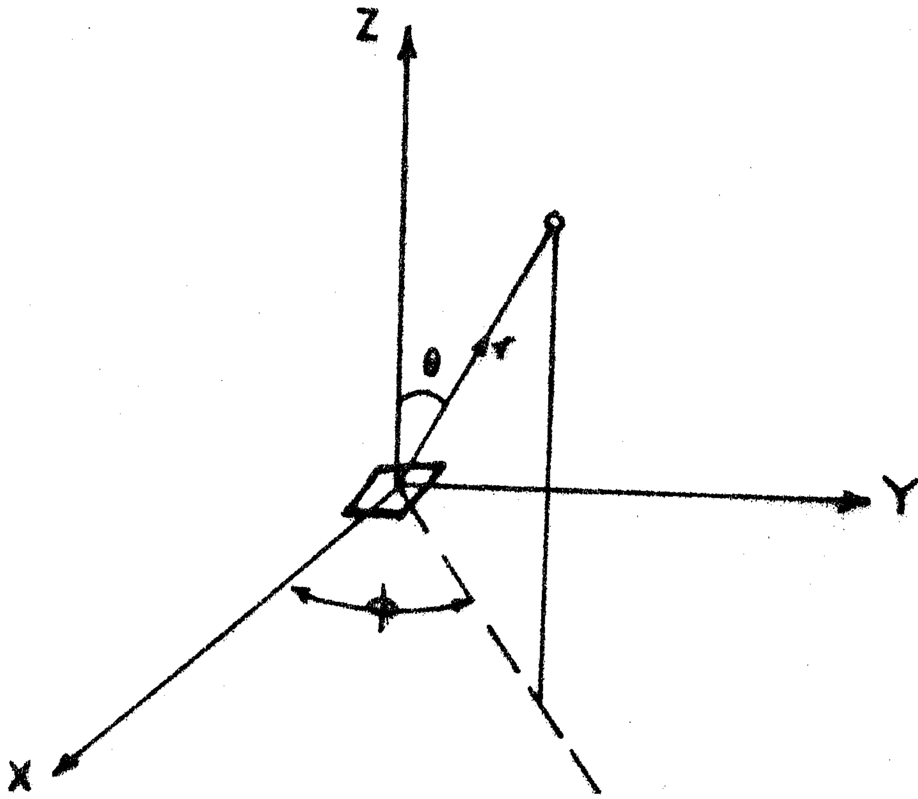


سمك المادة

(مع اعتبار سمك الشريحه الواحده كوحده)

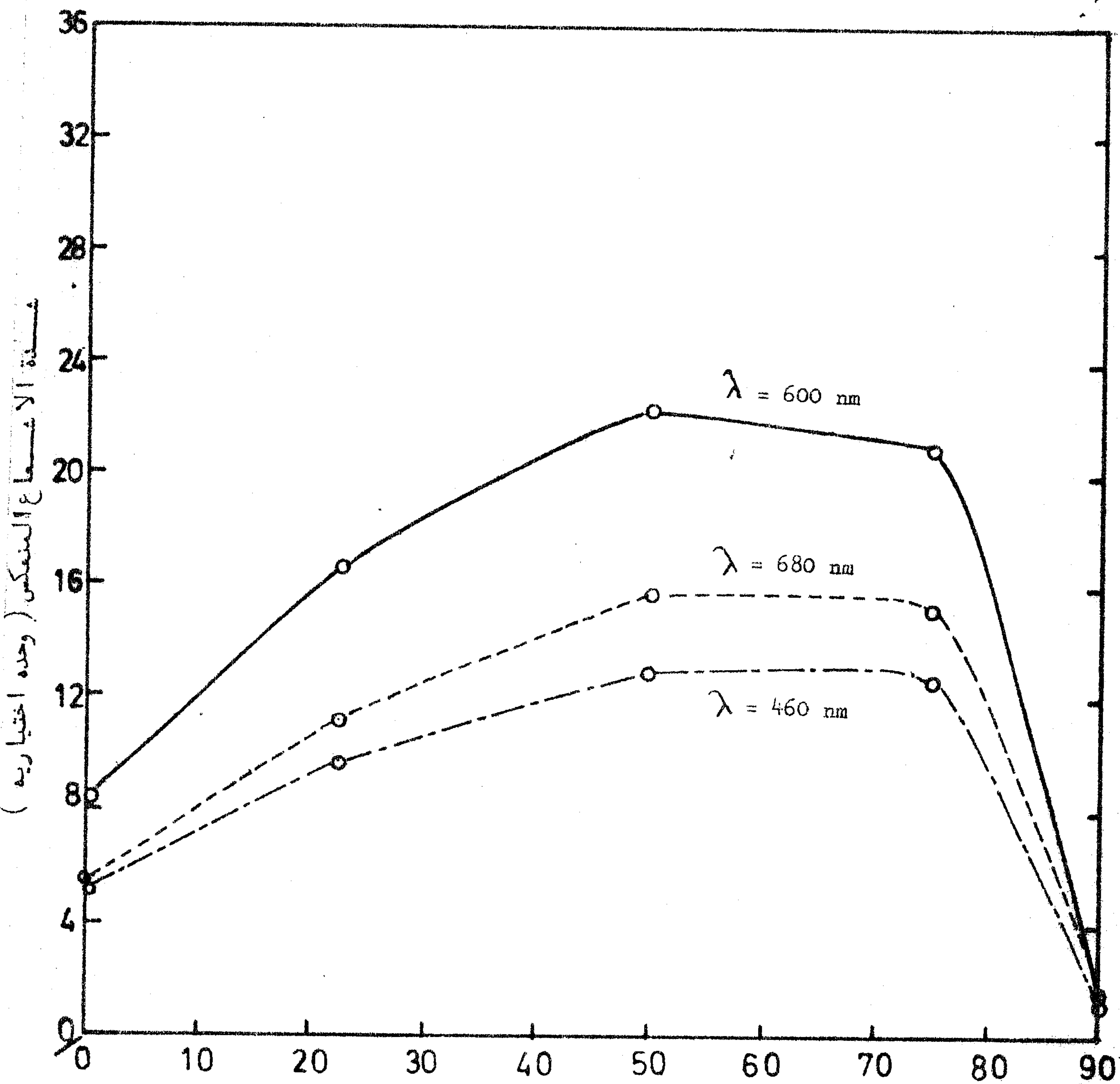
شكل (١٦)

العلاقه بين شدة الاشعاع النافذ خلال الماده وسمك المـــادة .



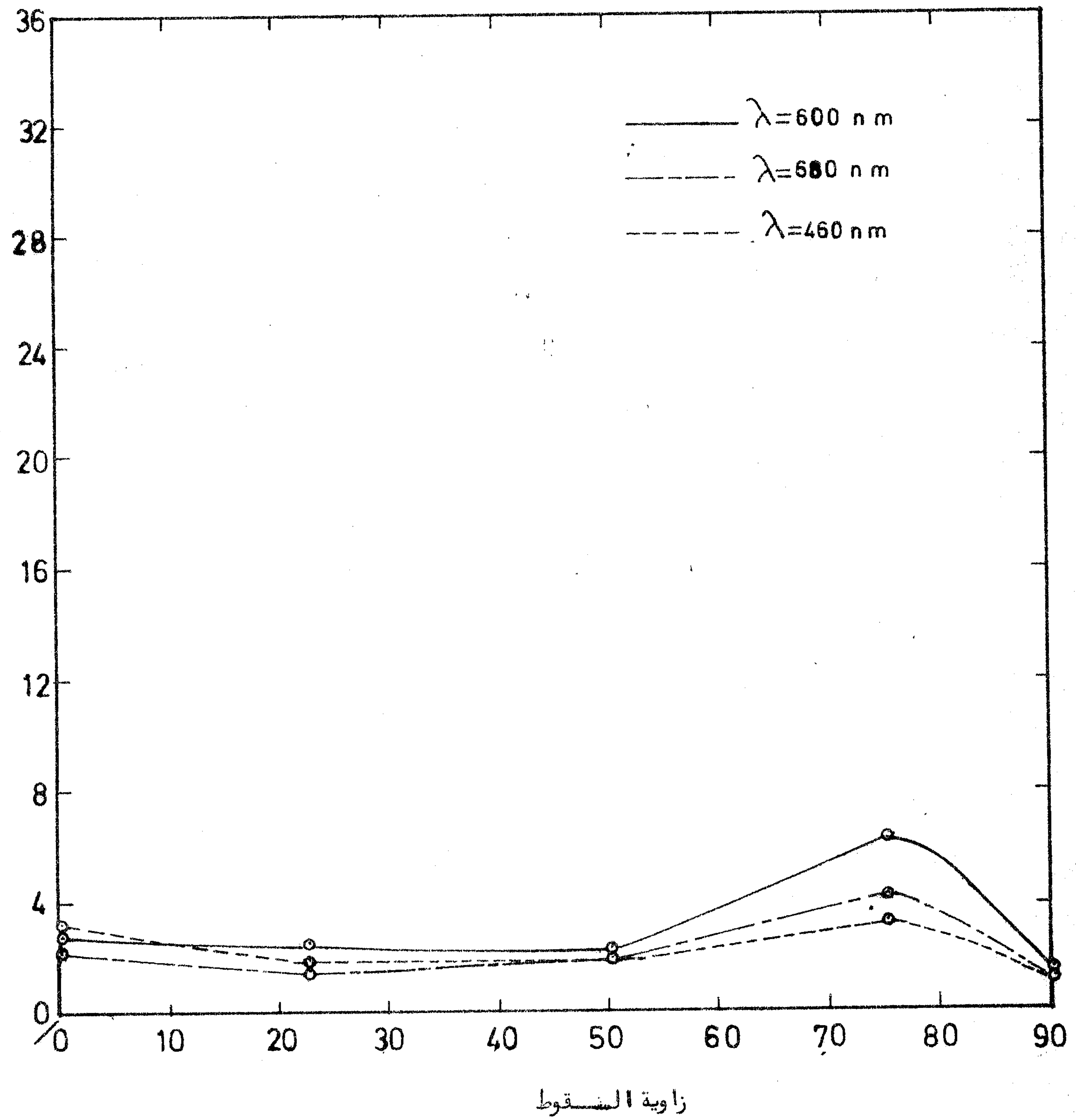
شكل (١٧)

الزوايا الهندسيه الخاصه بالاشعاع الساقط على سطح ما .



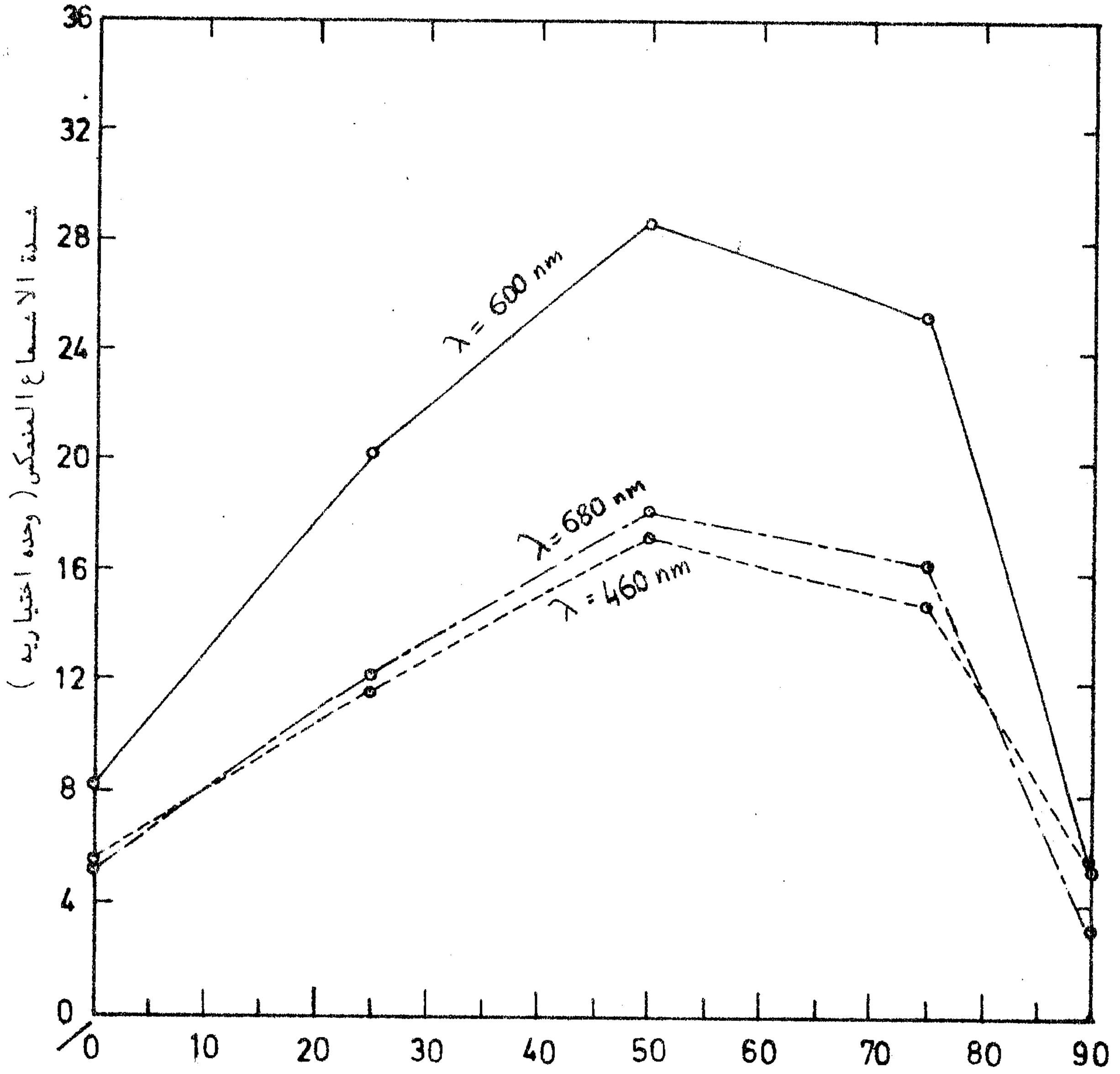
شكل (٢١٧)

رسم يوضح الانعكاسيه الطيفيه تبعا لزاوية الانعكاس لثلاثة اطوال موجيه كمثال فى حالة كون السطح ابيض أملس .



شكل (١٨)

ـــ رسم يوضح تغير الانعكاسيه الطيفيه لمرآه مستويه مع زاوية السقوط لثلاثة اطوال موجيه كمثال .



شكل (١٩)

رسم يوضح تغير الانعكاسيه الطيفيه تبعا لزاوية الانعكاس لثلاثة اطوال موجيه كمثال فى حالة كون السطح ابيض خشن .

1

3/3/

جدول (٣-٨)

Element - Fe

λ	A at Slit width = 20 μ			A at Slit width = 30 μ			A at Slit width = 40 μ		
	5 mA	10 mA	15 mA	5 mA	10 mA	15 mA	5 mA	10 mA	15 mA
723.35	0.915	0.534	0.355	0.485	0.095	-0.075	0.195	-0.196	-0.365
723.25	0.278	-0.125	-.318	0.002	-0.413	-0.464	-0.228	-0.464	-0.464
723.2	0.958	0.515	0.252	0.600	0.133	-0.088	0.314	-0.126	-0.353
702	0.955	0.538	0.358	0.379	-0.028	-0.198	0.048	-0.354	-0.464
701.85	0.003	-.417	-0.464	-0.279	-0.464	-0.464	-.464	-0.464	-0.464
701.70	0.965	0.565	0.287	0.621	0.186	-0.074	0.317	-0.092	-0.372
691.65	0.945	0.561	0.401	0.409	0.056	-0.098	0.066	-0.285	-.424
691.55	0.008	-.369	-0.464	-0.283	-0.464	-0.464	-0.464	-0.464	-0.464
691.45	0.923	0.528	0.252	0.600	0.165	-0.093	0.304	-.124	-0.363
670.15	0.908	.449	0.219	0.608	.113	-.121	0.278	-.184	-.415
670.25	0.131	-.316	-.463	-.153	-.464	-.464	-.347	-.464	-.464
670.35	0.996	.559	0.385	0.461	0.085	-0.111	0.123	-.277	-.412
666.45	.891	0.514	.386	0.348	-0.033	-.143	0.009	-.364	-.464
666.3	-.095	-.464	-.464	-.386	-.464	-.464	-.464	-.464	-.464
666.2	0.856	.364	.129	0.509	0.007	-.218	0.198	-.284	-.464
658.5	0.976	+.563	.385	.487	.061	-.099	.172	-.252	-.418
658.45	0.126	-.301	-.463	-.167	-.464	-.464	-.358	-.464	-.464
658.35	0.931	+.301	.525	.635	.174	-.045	.325	-.126	-.346

ELEMENT (Fe) "20 mA, I_{max}" (٥-٨) جدول ١٩٠٩/٢/٢

one reading setting for all lines

λ	Slit Width = 20 μ			S.W = 30 μ			S.W = 40 μ		
	5 mA	X 10 mA	15 mA	5 mA	* 10 mA	15 mA	5 mA	* 10 mA	15 mA
651.9	+.200	-.225	-.430	-.080	-.464	-.464	-.269	-.464	-.464
649.5	+.002	-.464	-.464	-.312	-.464	-.464	-.464	-.464	-.464
638.9	+.009	-.447	-.464	-.329	-.464	-.464	-.464	-.464	-.464
636.5 (*)	-.024	-.464	-.464	-.296	-.464	-.464	-.464	-.464	-.464 (*)
636.8 (*)	+1.00	+1.00	+1.00	+1.170	+.760	+.560	+.600	+.210	± 0.00 (*)
The above two lines are for the (same) spectral line ∴ we start with the 20 μ + 0 at 5 mA									
632.1 (*)	± 0.00	-.464	-.464	-.299	-.464	-.464	-.464	-.464	-.4[illegible]
629.4	+.259	-.240	-.400	-.049	-.464	-.464	-.246	-.464	-.464
625.4	+.079	-.410	-.464	-.229	-.464	-.464	-.399	-.464	-.464
620.5	+.220	-.250	-.430	-.050	-.464	-.464	-.264	-.464	-.464
614.9	+.224	-.266	-.449	-.089	-.464	-.464	-.288	-.464	-.464
612.9 (*)	± 0.00	-.464	-.464	-.330	-.464	-.464	-.464	-.464	-.464
608.3	-.009	-.464	-.464	-.292	-.464	-.464	-.464	-.464	-.464
608.1 ●	+1.240	+.612	+.445	+.890	+.230	+.032	+.530	-.074	-.232 ●
605.9	+.830	+.310	+.089	+.520	+.009	-.236	+.194	-.323	-.464
∴ To escape from the (-.464 blocking) in order to investigate the different parameters effects, we start the peak at a left arm by setting λ such that A ~ 0.9 provided the line is a full one, otherwise we leave it.									
601.8	+.500	+.029	-.160	+.215	-.267	-.446	+.030	-.430	-.464
596.3	+.550	+.090	-.088	+.290	-.226	-.386	+.059	-.399	-.464
593.1	+.999	+.500	+.300	+.690	+.146	-.029	+.390	-.149	-.348
586.5	+1.20	+.790	+.602	+.725	+.225	-.045	+.314	-.134	-.325

Fe

Element (Fe) , Slit width = 20μ Current I = 5mA ١٢٤

page 3 x-٦٠٠ I_{max} = 20 mA

جدول (٨هـ)

λ	A
583.9	1.253
583.85	.551
583.75	−.365
583.55	1.195

NOTICE

Element (Ni) S.W = 20μ I = 4mA I_{max} = 15mA

λ	A
723.4	1.135
723.25	±.344
723.15	1.175
702.00	0.915
701.9	0.004
701.7	1.245
691.65	1.054
691.60	0.815
691.55	.245
691.45	.962
670.45	1.089
670.4	.886
670.35	.376
670.2	.849
670.1	1.403
666.45	1.225
666.4	.718

λ	A
666.35	.172
666.2	0.999
658.55	1.245
658.5	.695
658.48	.417
658.35	.918
658.3	1.531
652	1.251
651.98	.825
651.95	.545
651.85	.976
649.4	.958
649.35	.516
649.25	.118
649.1	1.025
638.95	1.187
638.9	.678
638.85	±.021
638.8	−.291
638.75	+.125
638.65	.662
638.6	1.235
636.9	.836
636.8	.226
636.2	.937

λ	A
632.20	1.273
632.15	.878
632.1	.185
631.95	.870
631.85	1.282
629.2	1.357
629.1	.624
629.00	.964
625.35	.986
625.25	.444
625.15	.857
625.10	1.089
620.45	.936
620.35	.562
620.25	.998
614.95	1.064
614.9	.789
614.85	.571
614.80	.926
613.00	.916
612.85	.124
612.75	.854
612.73	1.231
608.25	1.139

λ	A
608.2	.746
608.15	.302
608.05	.823
608.00	1.074
606.0	.827
605.95	.425
605.8	.994
593.20	1.38
593.15	.883
593.05	.392
592.95	.947
592.9	1.374
586.85	1.242
586.75	.793
586.7	.583
586.6	.864
586.55	1.273
583.9	1.233
583.85	.793
583.8	±.002
583.75	−.109
583.7	.092
583.6	.913
↓ 298 →	Nothing

ELEMENT (Co)   Slit width = 20 μ I_{max} = 15 mA

جدول (٥-٨) I_{eff} = 4 mA

λ	A	λ	A	λ	A	λ	A
723.35	.789	649.35	.976	620.4	.925	586.8	.906
723.25	.537	649.25	.442	620.3	.515	586.7	.503
723.15	.964	649.2	.123	620.2	.975	586.6	.879
		649.1	.338			*	*
702.00	.915	649.05	.858	614.95	.915	583.85	.953
701.9	.265			614.85	.520	583.80	.465
701.75	.878	638.95	.998	614.75	.913	583.78	1 0.00
		638.9	.345			583.76	.215
691.65	.943	638.85	1 0.00	612.95	.908	583.6	.947
691.55	.315	638.8	.192	612.90	.503	↓	
691.45	.901	638.7	.254	612.85	.108	298	→ Nothing
		638.6	.922	612.75	.943	↓	
670.35	.926					185	→ Nothing
670.25	.401	636.9	.886	608.25	.831		
670.15	.906	636.8	.220	608.15	.258		
		636.7	.892	608.05	.803		
666.45	.901						
666.4	.384	632.15	.926	606.00	.935		
666.3	.174	632.00	.315	605.90	.336		
666.2	.941	631.85	.905	605.8	.898		
658.55	.985	629.15	.978	601.6	.885		
658.5	.581	629.1	.575	601.55	.778		
658.45	.408	629.05	.865	601.5	.916		
658.4	.519						
658.35	.912	625.30	.961	593.15	.974		
		625.25	.583	593.05	.315		
652.00	.956	625.2	.363	592.95	.896		
651.95	.518	625.1	.912				
651.85	.935						

*

جدول (م-٩)

نتائج القياسات الخاصة بدراسة التوزيع الطيفي للاشعاع الصادر من مصباح كهربي قدرته ٢٠٠ واط

[A] اتساع فتحة الضوء (slit width) = ١٠ ميكرون

λ	$\epsilon_\lambda (d\lambda)$	λ	$\epsilon_\lambda (d\lambda)$	λ	$\epsilon_\lambda (d\lambda)$
750	3.15	729	4.15	708	5.20
749	3.20	728	4.25	707	5.25
748	3.30	727	4.25	706	5.30
747	3.35	726	4.35	705	5.35
746	3.35	725	4.40	704	5.35
745	3.40	724	4.40	703	5.40
744	3.45	723	4.50	702	5.45
743	3.55	722	4.55	701	5.50
742	3.55	721	4.55	700	5.55
741	3.60	720	4.60	695	5.60
740	3.65	719	4.65	690	5.65
739	3.65	718	4.75	685	5.85
738	3.70	717	4.80	680	6.35
737	3.75	716	4.85	675	6.65
736	3.80	715	4.65	670	7.15
735	3.85	714	4.95	655	7.35
734	3.95	713	5.00	660	7.60
733	3.95	712	5.05	655	7.95
732	4.05	711	5.10	650	8.35
731	4.05	710	5.10	645	8.55
730	4.15	709	5.15	640	8.90

جدول (٩ - ب)

B 100 W Lamp A Slit width = ١٥

λ	Є λ	λ	Є λ	λ	Є λ
635	9.05	460	6.05		
630	9.30	450	5.65		
625	9.40	440	5.15		
620	9.60	430	4.65		
615	9.70	420	4.15		
610	9.85	410	3.65		
605	10.05	400	3.25		
600	10.15	390	2.80		
590	10.15	380	2.40		
580	10.1	370	2.30		
570	9.75	360	2.00		
560	9.65	350	1.80		
550	9.60	340	1.60		
540	9.35	330	1.45		
530	9.15	320	1.35		
520	8.85	310	1.25		
510	8.55	300	1.25		
500	8.05				
490	7.55				
480	7.00				
470	6.45				

جدول (٩-ج)

C 100 W Lamp Slit width = 15 μ

λ	$\epsilon_\lambda(d\lambda)$	λ	$\epsilon_\lambda(d\lambda)$	λ	$\epsilon_\lambda(d\lambda)$
750	5.25	729	7.15	708	9.00
749	5.35	728	7.25	707	9.15
748	5.40	727	7.35	706	9.15
747	5.45	726	7.45	705	9.15
746	5.55	725	7.55	704	9.25
745	5.65	724	7.55	703	9.25
744	5.75	723	7.65	702	9.35
743	5.85	722	7.75	701	9.45
742	6.00	721	7.95	700	9.35
741	6.05	720	7.95	695	9.50
740	6.15	719	8.05	690	9.65
739	6.25	718	8.15	685	9.95
738	6.35	717	8.25	680	10.95
737	6.40	716	8.25	675	11.60
736	6.55	715	8.40	670	12.25
735	6.60	714	8.45	665	12.80
734	6.65	713	8.55	660	13.20
733	6.85	712	8.65	655	13.75
732	6.85	711	8.75	650	14.35
731	7.00	710	8.85	645	14.75
730	7.05	709	8.90	640	15.35

جدول (٩ - د)

D 100 W. Lamp Slit Width = 15 μ

λ	$\epsilon_\lambda (d\lambda)$	λ	$\epsilon_\lambda (d\lambda)$	λ	$\epsilon_\lambda (d\lambda)$
635	15.8	460	10.15		
630	16.15	450	9.35		
625	16.40	440	8.45		
620	16.65	430	7.55		
615	16.95	420	6.75		
610	17.05	410	5.75		
605	17.25	400	4.85		
600	17.45	390	4.20		
590	17.45	380	3.45		
580	17.35	370	3.25		
570	17.05	360	2.70		
560	16.75	350	2.35		
550	16.45	340	2.00		
540	16.25	330	1.70		
530	15.75	320	1.50		
520	15.15	310	1.35		
510	14.55	300	1.35		
500	13.75	—	—		
490	12.85				
480	12.10				
470	11.05				

جدول (٩-ﻫ)

E 40 W Lamp , Slit width = 10 μ

λ	$\epsilon_{\lambda}(d\lambda)$	λ	$\epsilon_{\lambda}(d\lambda)$	λ	$\epsilon_{\lambda}(d\lambda)$
750	3.00	705	4.85	500	5.25
749	3.05	700	4.95	490	4.95
748	3.15	690	4.95	480	4.55
747	3.15	680	4.45	470	4.25
746	3.25	670	6.00	460	3.85
745	3.25	660	6.35	450	3.55
744	3.30	650	6.85	440	3.15
743	3.30	640	7.15	430	2.95
742	3.35	630	7.45	420	2.65
741	3.35	620	7.65	410	2.35
740	3.45	610	7.65	400	2.10
739	3.45	600	7.65	390	1.90
738	3.55	590	7.55	380	1.75
737	3.55	580	7.35	370	1.65
736	3.60	570	6.95	360	1.55
735	3.65	560	6.85	350	1.45
730	3.85	550	6.60	340	1.35
725	4.05	540	6.35	330	1.30
720	4.25	530	6.15	320	1.25
715	4.45	520	5.95	310	1.20
710	4.65	510	5.55	300	1.20

جدول (٩ - ٥)

E 40 W Lamp , Slit width = 10 μ

λ	$\epsilon_\lambda(d\lambda)$	λ	$\epsilon_\lambda(d\lambda)$	λ	$\epsilon_\lambda(d\lambda)$
750	3.00	705	4.85	500	5.25
749	3.05	700	4.95	490	4.95
748	3.15	690	4.95	480	4.55
747	3.15	680	4.45	470	4.25
746	3.25	670	6.00	460	3.85
745	3.25	660	6.35	450	3.55
744	3.30	650	6.85	440	3.15
743	3.30	640	7.15	430	2.95
742	3.35	630	7.45	420	2.65
741	3.35	620	7.65	410	2.35
740	3.45	610	7.65	400	2.10
739	3.45	600	7.65	390	1.90
738	3.55	590	7.55	380	1.75
737	3.55	580	7.35	370	1.65
736	3.60	570	6.95	360	1.55
735	3.65	560	6.85	350	1.45
730	3.85	550	6.60	340	1.35
725	4.05	540	6.35	330	1.30
720	4.25	530	6.15	320	1.25
715	4.45	520	5.95	310	1.20
710	4.65	510	5.55	300	1.20

جدول (١٠)

جدول يوضح الامتصاصيه والانعكاسيه الطيفيه لعينات متباينه

الموضع	السطح العاكس الابيض الاملس		السطح العاكس الابيض الخشن		السطح العاكس (المرآه)	
	λnm	قراءه العداد	λ	قراءه العداد	λ	قراءه العداد
1	600	1.15	600	5.7	6.00	1.4
	460	1.6	460	3.1	460	1.3
	680	1.3	680	5.3	680	1.1
2	600	20.9	600	25.3	600	6.2
	680	12.7	680	15.7	680	4.1
	460	15.3	460	16.2	460	3.2
3	680	12.9	680	16.3	680	1.9
	600	22.3	600	28.6	600	2.2
	460	15.7	460	18.1	460	2.1
4	680	9.7	680	11.6	680	1.5
	600	16.6	600	22.5	600	2.5
	460	11.1	460	12.2	460	1.9
5	680	5.2	680	5.6	680	2.2
	600	8.1	600	8.2	600	2.9
	460	5.4	460	5.3	460	3.2

١٧/٢/١٢٤ 

دول (١١)

- ٦٨ -

دراسة امتصاص الهواء الموجود بين الاشرين والكاشف

Slit width = 20 μ.

λ_s = 850 nm

λ_f = 190 nm

Set Zero 4.16 Potentiometer scale = +

I (current) 4 mA at

λ	A	λ	A	λ	A
836.7	+ 1	747.7	+ 1	716.4	+ 1
836.5	+ 1.340	747.6	+ 0.6	716.35	+ 0.470
836.4	+ 1	747.5	+ 1.0	716.30	+ 0.055
768.5	+ 1	742.9	+ 1	716.25	− 0.305
768.45	+ 0.675	742.8	+ 0.135	716.20	0.00
768.4	+ 0.970	742.7	+ 0.025	716.15	+ 0.616
768.3	+ 1	742.65	+ 0.585	716.10	+ 1.25
765.5	+ 1	742.6	+ 1	716.05	+ 1
765.45	+ 0.270	723.5	+ 1	704.7	+ 1.27
765.4	+ 0.890	723.45	+ 0.17	704.65	+ 0.650
765.35	+ 1.	723.40	− 0.245	704.60	+ 1.2
752.6	+ 1	723.35	− 0.464	704.55	+ 1
752.55	+ 0.635	723.3	0.00		
752.5	+ 0.920	723.25	0.60		
752.45	+ 1	723.2	+ 1		

λ	A	λ	A	λ	A
703.9	+1.25	691.9	+1	670.25	+0.709
703.85	+1	691.85	+0.370	670.20	+1
702.3	+1	691.80	−0.340	666.6	+1
702.25	+0.158	691.75	−0.464	666.55	+0.615
702.20	−0.135	691.70	−0.07	666.50	−0.070
702.15	−0.463	691.65	+0.395	666.45	−0.400
702.10	−0.107	691.60	+1.04	666.40	−0.464
702.05	+0.264	691.55	+1	666.35	−0.170
702.0	+0.732	670.6	+1	666.30	+0.240
701.95	+1	670.55	+0.110	666.25	+.666
701.4	+1.4	670.50	−0.075	666.2	+1
701.35	+0.500	670.45	−.400	658.60	+1
701.30	+0.095	670.40	−0.464	658.55	+0.555
701.25	+0.540	670.35	+0.029	658.50	−0.145
701.20	+1	670.30	+0.3	658.45	−0.464

١٤٠٢/٤/٨ -٧٠- [3] جدول (١١-هـ)

λ A	A	λ	A	λ	A
658.40	−0.200	649.35	−0.464	638.70	−0.16
658.35	+0.06	649.30	−0.464	638.65	−0.464
658.30	+0.38	649.25	−0.464	638.6	−0.464
658.25	+1.35	649.2	−0.185	638.55	−0.095
658.20	+1	649.15	+0.255	638.50	+0.230
652.3	+1.3	649.10	+0.825	638.45	+0.598
652.25	+0.325	649.05	+1	638.40	+1
652.20	−0.225	643.3	+1.190	636.6	+1.162
652.15	−0.464	643.25	+1	636.55	+0.145
652.10	−0.075	639.5	+1	636.50	−0.265
652.05	+0.395	639.45	+0.915	636.45	−0.464
652.0	+1	639.40	+1.186	636.40	−0.222
649.5	+1	639.35	+1	636.35	+0.200
649.45	+0.314	638.8	+1	636.30	+0.648
649.40	−0.135	638.75	+0.292	636.25	+1

١٧/٢/١٩٨٤

4

λ	A
632.3	+1
632.25	+0.408
632.20	−0.092
632.15	−0.200
632.10	−0.464
632.05	−0.464
632.00	−0.464
631.95	0.00
631.9	+0.388
631.85	+1

بعد مرور ما حوالي ½ ساعة على
تشغيل المصباح لم يفرغ المضخم
الامتصاص إلى ما ... وقد لاحظنا أنه
زاد التيار إلى حوالي 5mA لكي
... لذلك ضبطنا التيار
إلى ما كان عليه (4mA) ثم ضبطنا
الصفر إلى ما كان عليه باستخدام
مفتاح الجهد

λ	A
631.7	VUS +1.500
631.68	+0.970
631.66	+0.725
631.64	+0.765
631.62	+1.285
631.60	+1
629.4	+1
629.35	+0.275
629.30	−0.095
629.25	−0.428
629.20	−0.464
629.15	−0.092
629.10	+0.230
629.15	+0.695
629.1	+1.170
629.05	+1

λ	A
625.5	+1.02
625.45	+0.245
625.40	−0.150
625.35	−0.464
625.30	−0.464
625.25	−0.080
625.20	+0.430
625.15	+1.23
625.10	+1
620.5	+1
620.45	+0.320
620.40	−0.190
620.35	−0.464
620.30	−0.095
620.25	+0.310
620.20	+0.925
620.15	+1

λ	A	λ	A	λ	A
620.05	+1.2	613.2	+1	608.5	+1.16
620.03	+0.825	613.15	+0.246	608.45	+0.195
620.01	+0.708	613.10	-0.070	608.40	-0.114
619.99	+0.890	613.05	-0.275	608.35	-0.436
619.97	+1	613.00	-0.464	608.30	-0.464
615.2	+1.1	612.95	±0.00	608.35	-0.464
615.15	+0.210	612.90	+0.122	608.20	-0.162
615.10	+0.100	612.85	+0.749	608.15	+0.132
615.05	-0.320	612.80	+1	608.10	+0.374
615.00	-0.464	611.9	+1.06	608.05	+0.365
614.95	-0.125	611.88	+0.552	608.00	+0.792
614.90	+0.300	611.86	+0.382	607.95	+0.24
614.85	+0.719	611.84	+0.505	607.9	+1
614.8	+1.0	611.82	+1	↓	↓

λ	A	λ	A	λ	A
606.2	+1	601.65	−0.145	596.1	−0.376
606.18	+0.250	601.60	+0.385	596.65	−0.095
606.16	+0.100	601.55	+1	596.0	+0.224
606.14	−0.366	597.8	+1	595.95	+0.249
606.12	−0.464	597.78	+1.145	595.9	+1.0
606.1	−0.392	597.76	+1.202	595.3	+1
606.08	±0.000	597.74	+1	595.25	+0.895
606.06	+0.270	597.2	+1.5	595.23	+.638
606.04	+0.600	597.18	+1	595.21	+1.29
606.02	+1.29	597.16	+0.82	595.19	+1
606.0	+1	597.14	+1.15	594.9	+1.238
601.9	+1	597.12	+1	594.88	+1
601.85	+0.312	596.3	+1	593.4	+1
601.80	−0.102	596.25	+0.359	593.35	+0.200
601.75	−0.392	596.20	−0.133	593.3	−0.159
601.70	−.464	596.15	−0.319		

١٢/٢/١٧

λ	A	λ	A	λ	A
593.25	-0.128	589.44	+1	586.30	±0.[illegible]
593.20	-0.464	588.7	+1.235	586.25	+0.529
593.15	-0.38	588.68	+0.395	586.20	+1
593.10	+0.368	588.66	+0.448		
593.05	~~+0~~ +1	588.64	+1.7 VUS		
590.60	+1.06	588.62	+1		
590.58	+1.11	588.3	+1.25		
59.56	+1 x	588.28	+1 x		
590.3	+1.07	587.5	+0.95		
59.28	+0.99 x	587.48	+0.29 x		
59.26	+1.15	587.46	+1		
59.24	+1	586.5	+1		
589.5	+1	586.45	+0.234		
589.48	+0.964	586.40	-0.284		
589.46	+0.710	586.35	-0.464		

① جدول (١١`) بسم الله الرحمن الرحيم وبه نستعين ١٤٠٢/٢/١٠

Slit width = 20 μm, Rad= (K), Absorber (Hg + air) - λ range = 850 → 190 nm

λ	A	λ	A	λ	A
747.5	+ 0.798	702	+1	666.5	+1.0
747.2	+1.0	701.95	+.992	666.3	+.464
723.5	+1.0	701.9	+.389	666.2	-.086
723.3	-.180	701.85	-.099	661.1	+.078 *
723.2	-.464	701.8	-.464	666.0	1.339
723.1	-.100	701.75	-.434	665.95	+1.0
723.05	+.423	701.70	+.061	658.5	+1.0
723.0	+1.0	701.65	+.629	658.49	+1.039
716.15	+1.0	701.6	+1.0	658.4	-.147
716.1	0.574	701.	+1	658.3	+.014
716.05	0.008	700.995	+1.168	658.2	+1.4
716.03	-0.209	700.95	+.234	652.2	+1.0
716.015	-.255	700.9	+1.0	652.1	+.3
716.01	-.159	691.7	+1.	652.15	-.3
716.0	+.997	691.695	+1.046	652.1	+.1
715.95	+1.4	691.6	-.074	652.0	+1.0
715.95	+1.0	691.2	+1.0	649.5	+1.0
704.5	+1.0	670.3	+1	649.4	±0.0
704.505	+.895	670.25	+.822	649.35	-.214
704.51	+.882	670.2	-.024	649.3	-.463
704.49	+1.0	670.05	+.282	649.25	±0.0
		670.0	1.178	649.2	+1.0
		669.05	+1.0		

٢

بسم الله الرحمن الرحيم وبه نستعين

-٧٢٦ | ١٤٠٢/٢/١٠

slit width = 20 μm ,

Rad$_{\underline{n}}$ (K) , Absorber (Hg + air) – λ_{range} = 850 → 190 nm

λ	A
639.2	+1.0
639.1	± 0.0
639.0	–4.5
638.9	± 0.0
638.5	+1.0
637.2	+1.0
637.05	± 0.0
637.00	–.46
636.95	± 0.0
636.8	+1.0
632.5	+1.0
632.35	± 0.0
632.3	–.45
632.2	± 0.0
632.0	+1.0
629.4	+1.0
629.3	± 0.0
629.2	–.46
629.1	± 0.0
629.0	+ 1.0
625.5	+1.2
625.45	± 0.0
625.4	–.45
625.3	± 0.0
625.2	+ 1.25

λ	A
620.5	+1.0
620.45	± 0.0
620.43	–.463
620.42	± 0.0
620.4	+1.0
617.0	+1.0
616.95	+.69
616.8	+1.3
615.2	+1.0
615.15	± 0.0
615.1	–.30
614.95	± 0.0
614.8	+ 1.0
613.5	+1.2
613.4	± 0.0
613.3	–.46
613.2	± 0.0
613.1	+1.0
612.1	+1.12
612.0	+.29
611.9	+1.0

λ	A
608.8	+1.1
608.75	± 0.0
608.7	–.46
608.5	± 0.0
608.2	+ 1.0
606.5	+1.0
606.4	± 0.0
606.05	–.46
606.00	± 0.0
605.9	+1.0
601.9	+1.0
601.8	± 0.0
601.7	–.46
601.4	+1.0
596.5	+1.0
596.45	± 0.0
596.4	–.44
596.3	± 0.0
596.00	+1.0
595.8	+1.0
595.7	+.7
595.5	+.6
595.2	+1.0

بسم الله الرحمن الرحيم وبه نستعين

(3)

١٤٠٢/٢/١٠

Slit Width = 20 μm

Rad n. (K) , Absorber (Hg + air) – λ range 850 → 190 nm

λ	A
593.5	+1.0
593.35	± 0.00
593.3	–.46
593.2	± 0.0
593.1	+1.0
589.2	+1.0
589.0	+.26
588.9	+1.0
588.5	+1.0
588.4	+1.3
588.35	+1.0
588.30	+.9
588.25	+1.0
586.55	+1.2
586.5	± 0.0
586.45	–.462
586.4	± 0.0
586.3	+1.0
584.2	+1.0
584.05	± 0.0
584.0	–.462
583.9	± 0.0
583.5	+1.4

λ	A
580.9	+1.0
580.7	+.33
580.65	+.7
580.6	+1.0
575.25	+1.0
575.24	+0.25
575.22	+.664
575.2	± 0.0
574.9	+ 1.0
358.55	+1.0
358.45	± 0.0
358.42	–.29
358.41	± 0.0
358.4	+1.0
356.6	+1.0
356.55	+.3
356.5	+.4
356.45	+1.0
355.8	+1.0
355.75	+.13
355.7	+.39
355.65	+1.0

λ	A
351.5	+1.0
351.45	± 0.0
351.4	–.463
351.3	± 0.0
351.2	+1.26
350.5	+1.0
350.3	+.9
350.2	+1.0
349.45	+1.0
349.4	+.43
349.3	+.905
349.2	+1.0
348.95	+1.0
348.9	+.7
348.8	+.9
348.5	+1.0
347.2	+1.0
346.9	+.6
346.8	+.7
346.7	+.62
346.6	+.8
346.5	+1.0

Rad m (K), Absorber (Hg + air)   4 mA   ١٤٠٠/٦/٢٠

slit width = 20 μm

λ	A
346.45	+1.0
346.35	± 0.0
346.3	-.05
346.25	+.215
346.2	+.90
346.15	+1.0
345.85	+1.0
345.8	+.73
345.75	+.30
345.7	+.06
345.6	+.320
345.55	+1.1
345.5	+.46
345.45	+.9
345.4	+1.0
345.3	+.32
345.2	+.69
345.05	+1.3
345.00	+1.0
344.6	+1.0
344.55	-0.040
344.5	+.06
344.45	+.73
344.4	+1.0
344.3	+1.0
343.95	-0.014
343.5	+.245
343.7	+1.0

λ	A
340.55	+1.0
340.5	+.4
340.45	-0.04
340.4	+.202
340.3	+1.1
338.5	+1.0
338.4	+.309
338.35	+.780
338.3	+1.0
336.65	+1.0
336.6	+.058
336.55	+.44
336.5	+1.28
336.45	+1.0
336.25	+1.0
336.00	+.40
335.95	+1.0
334.65	+1.0
334.6	+.9
334.5	+1.0
333.85	+1.0
338.8	+.075
333.65	+.375
333.6	+.925
333.5	+1.0

λ	A
332.75	+1.0
332.7	+.760
332.5	+1.0
331.55	+1.0
331.5	+.06
331.48	-.130
331.45	+.105
331.4	+1.0
331.2	+1.0
330.95	+.409
330.9	+1.29
330.05	+1.0
330.02	+.95
330.0	+1.14
332.95	+1.0
لغاية 190	

Author	Title	Publ.& Year
W. ELWELL et al	Atomic Absorption Spectrophotometry	Pergamon, 1966
J.Winefordner	Spectrochemical Methods of Analysis	Wiley, 1971
J. Dixon	Atomic Absorption Spectrochemical Analysis	Hilger, 1970 H
Perkin-Elmer Corp.	Analytical Methods for Atomic Absorption	Norwalk, 1968
J. Robinson	Atomic Absorption Spectroscopy	Dekker, 1975
W. Slavin	Atomic Absorption Spectroscopy	Interscience, 1968